

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

RODRIGO NUNES MONI DA SILVA

**Estudo sobre a colaboração em exergames:
o modo colaborativo do Running Wheel**

Monografia apresentada como requisito parcial para
a obtenção do grau de Bacharel em Ciência da
Computação

Orientador: Prof^a. Dr^a. Luciana Nedel
Co-orientador: MSc. Mateus Bisotto Nunes

Porto Alegre
2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitor: Prof. Carlos Alexandre Netto

Vice-Reitor: Prof. Rui Vicente Oppermann

Pró-Reitor de Graduação: Prof. Sérgio Roberto Kieling Franco

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Luis da Cunha Lamb

Coordenador do Curso de Ciência de Computação: Prof. Raul Fernando Weber

Bibliotecária-chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família que me apoiou ao longo dos duros anos de Graduação, nunca me deixaram desistir e sem eles eu não estaria aqui. Um agradecimento especial à minha avó materna por sempre me motivar antes mesmo de entrar na Academia e que, infelizmente, não pôde estar presente neste momento.

À professora orientadora Luciana Nedel por toda a ajuda, desde realizações de tarefas até arrecadação de voluntários para os testes, e principalmente pelo auxílio na construção da Monografia.

Ao co-orientador Mateus Bisotto pelo tempo despendido em me ajudar, em reuniões semanais, por toda a base de trabalho que ele me disponibilizou, pelo esforço e preocupação com este estudo.

Ao pessoal do CEI - Centro de Empreendimentos em Informática do Instituto de Informática pela disponibilização da sala para a realização dos testes.

Aos funcionários e técnicos administrativos que de alguma forma ajudaram durante o período de testes.

Ao Instituto de Informática e à UFRGS pela ótima infraestrutura e pelo ensino de excelência oferecidos.

A todos colegas que me ajudaram ao longo do curso sempre que precisei.

A todos professores que me ensinaram além de ser um ótimo profissional, uma pessoa melhor.

A todos aqueles que participaram dos testes e possibilitaram a coleta de dados importantes.

Por fim, agradeço a Deus por me ajudar a percorrer esse árduo caminho e ser recompensado pelo meu esforço.

RESUMO

Nos dias atuais, os jogos eletrônicos fazem parte do cotidiano de diversas pessoas, que buscam diversão, distração, entre outros motivos. Entretanto, a maioria deles não estimula fisicamente os jogadores, o que acaba tornando-os em uma atividade sedentária. Para unir a diversão dos jogos e os benefícios de um exercício físico os exergames foram criados.

Running Wheel é um exergame de corrida ou caminhada, onde são capturados a velocidade e o ritmo cardíaco de cada jogador. A interface usada é uma esteira ergométrica. Este trabalho dará continuidade aos estudos já feitos sobre este sistema. Buscando encontrar formas mais eficientes de motivar as pessoas, além do modo *multiplayer* competitivo (correr ou caminhar contra um oponente) já presente, foi desenvolvido o modo colaborativo (correr ou caminhar com dois parceiros).

Após a implementação do sistema, foi desenvolvida uma metodologia a fim de avaliar a seguinte hipótese: "Existe diferença de desempenho entre as pessoas que utilizam o modo colaborativo de jogo e àquelas que utilizam o modo competitivo".

O sistema foi testado por 12 participantes ao longo de três sessões que levavam em torno de 30 minutos cada, de onde 12 minutos eram destinados a correr ou caminhar na esteira. Houve uma divisão na escolha do modo preferido, sendo que cada modo recebeu 6 votos. O sistema agradou bastante os voluntários, que afirmaram ser bem melhor realizar uma caminhada ou corrida na esteira utilizando esse exergame. Foi possível verificar uma diferença significativa de desempenho entre os grupos através da análise da velocidade alcançada pelos jogadores. O grupo competitivo obteve uma média cerca de 7,9% maior que a do grupo colaborativo. No entanto, levando em consideração a distância percorrida, os batimentos cardíacos e a percepção de cansaço, não foi possível encontrar uma diferença estatisticamente significativa.

O sistema mostrou-se bastante eficiente, mudando a percepção de competitividade e engajamento em grupo dos participantes. Após o experimento, os voluntários se consideraram mais competitivos e mais engajados em metas de grupo.

Trabalhos futuros devem levar em consideração a criação de ambientes mais diversificados, inclusão de sons e inclusão de mais participantes no jogo.

Palavras-chave: Exergame. colaboração. competição. exercício físico. realidade virtual.

Study about collaboration in exergames: the collaborative mode of Running Wheel

ABSTRACT

Nowadays electronic games are part of the routine of many people that seek fun, distraction or any other reason. However, most of them don't physically stimulate the players, what ends up making them a sedentary activity. To join the fun of games and the benefits of a physical exercise the exergames were created.

Running Wheel its a running or walking exergame, where the speed and heartbeat of each player are captured. The interface used is a treadmill. This paper will continue the studies already made about this system. Looking for more efficient ways of motivating people, aside from the already present *multiplayer* competitive mode (running or walking against an opponent), the cooperative mode (running or walking with two partners) was added.

After the implementation of the system , a methodology was developed to evaluate the following hypothesis: "There is a difference of performance between people that use the cooperative gaming mode and those who use the competitive".

The system was tested by 12 participants, in three sessions that took about 30 minutes each, only 12 minutes where destined to running or walking in the treadmill. There was a division in the choice of the favorite mode, and each received 6 votes. The system was well accepted by the voluntary, that affirmed that is much better to walk or run in the treadmill while using this exergame. It was possible to verify a significant difference in performance between the groups through the speed achieved by the players. The competitive group achieved an average about 7.9% higher than the cooperative. Although, considering the distance covered, heartbeat and perception of tiredness, no statistically significant difference was found.

The system proved to be very efficient, changing the perception of competitiveness and group commitment of the participants. After the experiment the volunteers considered themselves more competitive and engaged in group goals.

Future works must take in account the creation of more diversified environments, inclusion of sound and inclusion of more participants in the game.

Keywords: exergame, collaboration, competition, physical exercise, virtual reality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1	Usuário jogando Atari Puffer, um dos exergames pioneiros. Fonte: (JOHNSON, 2008)	16
Figura 2.2	À esquerda o arcade e à direita o jogo em ação.....	16
Figura 2.3	Swan Boat. Fonte: (AHN et al., 2009)	17
Figura 2.4	Running Wheel. Fonte: (NUNES, 2014)	18
Figura 2.5	Jogadores seguindo os passos do dançarino no Just Dance.....	19
Figura 2.6	Jogadora experimentando o <i>minigame</i> de beisebol no Wii Sports.	20
Figura 3.1	À esquerda o cenário do jogo, que inclui montanhas, lagos, vegetações, pontes, árvores; à direita a tela de jogo com os mostradores.....	23
Figura 3.2	Modo competitivo do Running Wheel.....	25
Figura 3.3	Modo colaborativo do Running Wheel.....	26
Figura 4.1	Figura adaptada do esquemático do Running Wheel. Fonte: (NUNES, 2014).....	29
Figura 4.2	À esquerda Arduino encarregado de tratar os batimentos cardíacos; à direita Arduino encarregado de receber a velocidade da esteira.	30
Figura 4.3	À esquerda figura adaptada do sensor e ímã avulsos; à direita o sensor e o ímã acoplados à esteira. Fonte: (NUNES, 2014).....	31
Figura 4.4	Cinta elástica equipada com um módulo transmissor usada na captura dos batimentos cardíacos.....	32
Figura 4.5	À esquerda a placa de detecção de ritmo cardíaco avulsa; à direita acoplada à esteira.	32
Figura 4.6	Interface para configuração e controle do jogo.....	33
Figura 4.7	Interface para configuração das portas e taxas dos dados recebidos dos Arduinos.....	34
Figura 4.8	ER do banco de dados reutilizado e adaptado do estudo anterior. Fonte:(NUNES, 2014)	36
Figura 4.9	Ranqueamento dos jogadores de acordo com o desempenho no teste de Cooper. .	37
Figura 4.10	Tela do jogo no modo competitivo, dois avatares correndo e suas informações sendo mostradas.....	38
Figura 4.11	Modo editor da Unity, com destaque para os caminhos pré-configurados com a ferramenta iTween.....	39
Figura 4.12	Avatares disponíveis para escolha dos jogadores, à esquerda os masculinos e à direita os femininos.	40
Figura 4.13	Diferenças entre o novo e o velho Running Wheel	41
Figura 5.1	Tabela usada para encontrar o desempenho dos voluntários através da realização do teste de Cooper. "M"pessoas do sexo masculino e "F"feminino. Fonte:(WIKIPÉDIA, 2014).	45
Figura 5.2	Imagem anexada à mensagem enviada aos convidados do experimento.....	46
Figura 5.3	Voluntários testando os modos competitivo e colaborativo.....	49
Figura 6.1	À esquerda a frequência de prática de exercícios dos voluntários; à direita a preferência pelo local de praticar caminhada ou corrida.	50
Figura 6.2	Percepção do quanto cada modo foi motivacional.	51
Figura 6.3	Nível da competitividade autodeclarada antes e depois de experimentar o modo competitivo.	52
Figura 6.4	Nível do engajamento autodeclarado em metas de grupo antes e depois de experimentar o modo colaborativo.....	52

Figura 6.5 Média dos valores de velocidade (km/h) obtidos em todas as sessões de cada modo.	52
Figura 6.6 Média dos batimentos cardíacos coletadas nos dois encontros.	53
Figura 6.7 Média das distâncias totais percorridas ao longo das duas sessões.	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1 Escala Borg.....	44
-----------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Tridimensional
DDR	Dance Dance Revolution
ER	Entidade Relacionamento
FcMax	Frequência Cardíaca Máxima
HDMI	High-Definition Multimedia Interface
HUD	Head up display
PHP	PHP: Hypertext preprocessor
SGBD	Sistema de gerenciamento de banco de dados
SQL	Structured Query Language
TCLE	Termo de Consentimento Livre
TCP	Transmission Control Protocol
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
USB	Universal Serial Bus
UDK	Unreal Development Kit
VGA	Video Graphics Array

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Motivação.....	12
1.2 Objetivos	13
1.3 Contribuições.....	13
1.4 Organização do texto	14
2 TRABALHOS RELACIONADOS	15
2.1 Exergames.....	15
2.2 Trabalhos acadêmicos.....	17
2.2.1 Swan Boat	17
2.2.2 Running Wheel	18
2.3 Produtos comerciais.....	19
2.3.1 Just Dance	19
2.3.2 Wii Sports	20
3 DETALHAMENTO DO RUNNING WHEEL	22
3.1 Visão geral do jogo.....	22
3.2 Equalização dos jogadores	23
3.3 Modo competitivo.....	24
3.4 Modo colaborativo	25
4 ARQUITETURA E IMPLEMENTAÇÃO DO RUNNING WHEEL	27
4.1 Arquitetura	27
4.1.1 Módulo de captura de dados	27
4.1.2 Módulo de controle e visualização do jogo	27
4.2 Implementação	28
4.2.1 Visão geral	28
4.2.2 Módulo de captura de dados	30
4.2.3 Módulo de controle	32
4.2.4 Banco de dados e <i>ranking</i>	35
4.2.5 Módulo de Visualização.....	37
4.2.5.1 Migração da UDK para a Unity3D	37
4.2.5.2 Implementação na Unity3D	38
4.2.6 Comentários finais	40
5 MATERIAIS E MÉTODOS	42
5.1 <i>Setup</i> utilizado	42
5.2 Interface de locomoção	43
5.3 Teste de Cooper	43
5.4 Variáveis.....	43
5.5 Métricas	44
5.6 Participantes	46
5.7 Protocolo de testes.....	47
6 RESULTADOS	50
6.1 Avaliação com usuários	50
6.1.1 Avaliação objetiva	51
6.1.2 Avaliação subjetiva	53
6.2 Discussão.....	56
7 CONCLUSÃO	58
REFERÊNCIAS	60
APÊNDICE A — QUESTIONÁRIO DE ANAMNESE	62
APÊNDICE B — QUESTIONÁRIO BASELINE	64

APÊNDICE C — QUESTIONÁRIO MODO COMPETITIVO	66
APÊNDICE D — QUESTIONÁRIO MODO COLABORATIVO.....	69
APÊNDICE E — QUESTIONÁRIO FINAL	72
APÊNDICE F — TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	73
APÊNDICE G — ESCALA DE BORG	75

1 INTRODUÇÃO

Os jogos eletrônicos cada vez mais fazem parte de nosso dia a dia. Dificilmente alguém nunca tenha jogado *videogame* ao menos uma vez na vida. Mais de meio bilhão de pessoas gastam pelo menos uma hora em jogos ao redor do mundo (MACGONIGAL, 2011). Estudos mostram que crianças passam de 2,45 a 3,30 horas por dia na frente do televisor, ou seja, uma média de 19,39 a 24,45 horas semanais (WANG; PERRY, 2006), sendo que 74% delas, variando de 11 a 16 anos, jogam *videogame* de três a sete vezes por semana (MADDISON et al., 2009). Entretanto, grande parte dos jogos não estimula a atividade física, o que acaba relacionando os *videogames* ao sedentarismo (SALMON et al., 2005). Porém, nesse meio de jogos eletrônicos existe uma classe chamada *exergames*, onde se encontram aqueles jogos aliados ao exercício físico.

Running Wheel é um *exergame* de corrida (NUNES, 2014), onde os jogadores correm em uma esteira ergométrica e têm sua velocidade e seus batimentos cardíacos mapeados para o jogo, simulando uma corrida real. Nesse jogo, é possível correr em um modo *Single Player* (jogador sozinho) e em um modo *Multiplayer* competitivo, onde a pessoa que estiver correndo escolhe outra pessoa para competir contra. Neste estudo o modo colaborativo foi desenvolvido e avaliado.

A colaboração em jogos é muito importante. Quando as pessoas jogam em conjunto por um objetivo em comum elas acabam melhorando suas habilidades de trabalho em equipe, acabam tendo um maior sentido de propósito por ser parte de algo maior e também mais motivadas por ajudar o grupo chegar ao objetivo (WANG; ØFSDAHL; MØRCH-STORSTEIN, 2009).

Este trabalho propõe o estudo da colaboração em *exergames*, comparando os modos competitivo e colaborativo do Running Wheel.

1.1 Motivação

Running Wheel é um sistema motivacional que tem como objetivo estimular seus usuários. Consiste em um jogo onde um avatar corre em um ambiente virtual de acordo com a velocidade exercida em uma esteira ergométrica. O jogo possui diversos fatores motivacionais: mensagens de texto (e.g. distância percorrida, tempo que falta para acabar a corrida), cenário atrativo, avatares, possibilidade de estabelecer metas a cada sessão de jogo (e.g. meta de distância, meta de tempo correndo ou caminhando). Esse *exergame* possui dois modos de jogo, o *single player* e o *multiplayer* competitivo.

No *singleplayer*, os jogadores correm sozinhos, apenas tendo o cenário, a identificação com personagens, as mensagens de texto e as metas estipuladas como motivação. Já no modo *multiplayer* competitivo temos um fator motivacional a mais, o oponente. A vontade de ser melhor que o outro tende a estimular mais as pessoas, principalmente aquelas que se dizem competitivas. Porém, nem todas as pessoas são competitivas e podem acabar mais interessadas por uma socialização no jogo. Pensando nisso, este trabalho propõe a criação e a investigação do modo colaborativo neste exergame.

1.2 Objetivos

A competição é uma das formas mais comuns de motivação. Grande parte das pessoas se sentem motivadas em realizar determinada tarefa de melhor e mais rápida forma que o outro, tentando sempre superar alguém. Porém, a colaboração também pode ser uma forma de motivação. Pessoas com um grande espírito de equipe tendem a se motivar com objetivos maiores e comuns ao grupo. Pensando nisso, é importante encontrar um modo de jogo que estimule mais os seus jogadores.

A principal hipótese deste trabalho é:

- **H: existe diferença de desempenho entre as pessoas que utilizam um modo colaborativo de jogo e aquelas que utilizam um modo competitivo.**

A pesquisa tem como objetivo propiciar a criação de exergames mais eficientes. A diferença do desempenho dos participantes de corrida ou caminhada será quantificada e estudada, também será feita uma análise das opiniões sobre o sistema, coletadas dos usuários que o testaram.

1.3 Contribuições

As principais contribuições deste trabalho são:

- Uma maneira de motivar tanto pessoas com perfil mais competitivo quanto pessoas com perfil mais colaborativo.
- Descobrir se existe diferença de desempenho entre pessoas que estão em uma atividade competitiva ou em uma atividade colaborativa.

1.4 Organização do texto

O restante do trabalho está organizado da seguinte forma: o capítulo 2 listará alguns trabalhos acadêmicos e produtos comerciais relacionados, mostrando ao leitor o que já foi desenvolvido na área. O capítulo 3 detalhará os conceitos do modo colaborativo adicionado ao Running Wheel. O capítulo 4 mostrará a arquitetura do jogo e abordará o desenvolvimento do sistema, sua implementação será detalhada, será explicada a migração de uma *engine* de jogos para outra e também as mudanças feitas no controlador do jogo. O capítulo 5 apresentará a metodologia dos experimentos, cenário de testes, como foi feita a avaliação do sistema e também a hipótese investigada. O capítulo 6 irá informar e discutir os resultados encontrados. O capítulo 7 irá realizar as considerações finais e por fim discutirá o que poderá ser explorado em possíveis trabalhos futuros.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo explicaremos o conceito de exergames, depois mostraremos trabalhos acadêmicos na área e por fim os produtos comerciais atuais relacionados.

2.1 Exergames

Todos aqueles jogos que têm uma proposta diferente dos convencionais, fazendo com que os jogadores realizem uma atividade física enquanto o jogam, podem ser enquadrados na classe **exergames**.

Nas palavras de Mueller, Gibbs e Vetere temos uma definição clara e completa de exergames:

"An intriguing new type of interaction experience has emerged recently that has captured the attention of the HCI community. This experience can be characterized by a combination of physical activity of the user's body with interactive computing technology. [...] These new games are attributed with physical, mental and social benefits, changing what we understand of and how we see interactive gaming."
(MUELLER; GIBBS; VETERE, 2008).

Desenvolvidos para promover uma forma de vida mais ativa e também para acabar com o estereótipo de que *videogames* são uma atividade sedentária, os primeiros exergames surgiram na década de 80. Um dos pioneiros foi o Atari Puffer (1982), onde era integrada uma bicicleta ergométrica ao console, visto na figura 2.1.

No fim dos anos 90, surgiu um dos exergames de maior sucesso, o Dance Dance Revolution (DDR), um jogo de arcade, que consistia em simular uma dança. O jogador deveria imitar os passos vistos no monitor, pisando em um dos quatro botões que se encontravam no chão, tudo isso ao som de alguma música escolhida. Podemos ver na figura 2.2 o jogo e o arcade. Devido ao grande sucesso e popularização foi exportado para o principal console da Sony na época, o PlayStation.



Figura 2.1: Usuário jogando Atari Puffer, um dos exergames pioneiros. Fonte: (JOHNSON, 2008)

Depois de certo hiato na área, com o lançamento do console Wii da Nintendo, os exergames voltaram com toda força, devido a forma inovadora do *joystick* do console, equipado com acelerômetro e um sensor de inclinação por infravermelho, capaz de capturar rotações e movimentações. Jogos como Wii Fit e Wii Sports se tornaram extremamente populares. Wii Sports está entre os jogos mais vendidos da história. Segundo o site da própria Nintendo¹ foram vendidas cerca de 82,69 milhões de cópias. Nele é possível escolher entre cinco *minigames* relacionados aos esportes tênis, boliche, boxe, golfe e beisebol.



Figura 2.2: À esquerda o arcade e à direita o jogo em ação.

Logo depois a Microsoft lançou o Kinect para Xbox, dispensando o uso de controles convencionais e transferindo esta responsabilidade ao corpo humano. Após ser rastreado por

¹<http://www.nintendo.co.jp/ir/en/sales/software/wii.html>

uma câmera VGA e um sensor de profundidade o console reconhecerá seus gestos. O primeiro exergame lançado para esta plataforma foi o *Kinect Adventures!*.

2.2 Trabalhos acadêmicos

As próximas subseções falarão do exergame Swan Boat e do exergame original Running Wheel. Swan Boat é relevante a este trabalho pois explora o lado colaborativo e competitivo de seus jogadores. São formadas equipes de duas pessoas, que devem colaborar entre si para ganhar uma corrida de um time adversário. O Running Wheel serviu como base para o desenvolvimento deste estudo e de inspiração para a criação do novo módulo de visualização.

2.2.1 Swan Boat

Levando em consideração que se exercitar em uma esteira ergométrica pode ser uma tarefa monótona e tediosa, para mudar esse conceito foi desenvolvido o exergame chamado *Swan Boat* (AHN et al., 2009). Um jogo de corrida *multiplayer* que tenta fazer com que pessoas sedentárias pratiquem uma atividade física, esperando que elas se interessem pela forma inovadora e divertida de praticar uma caminhada ou corrida em uma esteira.

Times são formados para controlar de forma colaborativa a velocidade e a direção de um barco que deve desviar de pedras e ganhar a corrida. O jogo pode ser comparado ao esporte de remo, visto que os jogadores devem ter o passo e os movimentos dos braços sincronizados.



Figura 2.3: Swan Boat. Fonte: (AHN et al., 2009)

Para realizar o experimento foram utilizadas esteiras interativas, um novo tipo de esteira que ajusta a sua velocidade de acordo com o passo do corredor. Ela enviava periodicamente

as informações do usuário para o computador, onde era interpretado e renderizado o jogo. Na figura 2.3 é visto como era a interface e o jogo.

Também eram utilizados braceletes que capturavam o movimento dos braços de cada jogador.

Os resultados obtidos foram interessantes. De acordo com entrevistas, Swan Boat é mais interessante que apenas correr. Muitos dos voluntários relataram que o tempo passou muito mais rápido e que se sentiram muito mais motivados a correr.

2.2.2 Running Wheel

O exergame no qual este trabalho foi fortemente inspirado, o Running Wheel (NUNES, 2014) é um simulador de corrida ou caminhada onde os jogadores devem correr ou caminhar em uma esteira ergométrica. Suas informações são capturadas (i.e. velocidade exercida na esteira, batimentos cardíacos) e mapeadas para um avatar em um ambiente virtual, como pode ser visto na figura 2.4. O sistema possui dois modos de jogar, um modo *singleplayer* e um modo *multiplayer* competitivo. O modo colaborativo também foi considerado, porém acabou não sendo implementado. Os usuários podem escolher metas para cumprir (e.g. correr 12 minutos, alcançar a marca de 2km) ao longo de uma partida, os jogadores podem ver seus batimentos cardíacos, velocidade e distância percorrida na tela, de acordo com eventos mensagens também são mostradas (e.g. alcançou o objetivo de percorrer 3km, chegou a metade do tempo objetivo), tudo com o intuito de deixar o sistema o mais motivacional possível.

O estudo procurava descobrir se existiria diferença de desempenho entre os dois modos de jogos e se o desempenho dos jogadores dependia do competidor virtual escolhido.

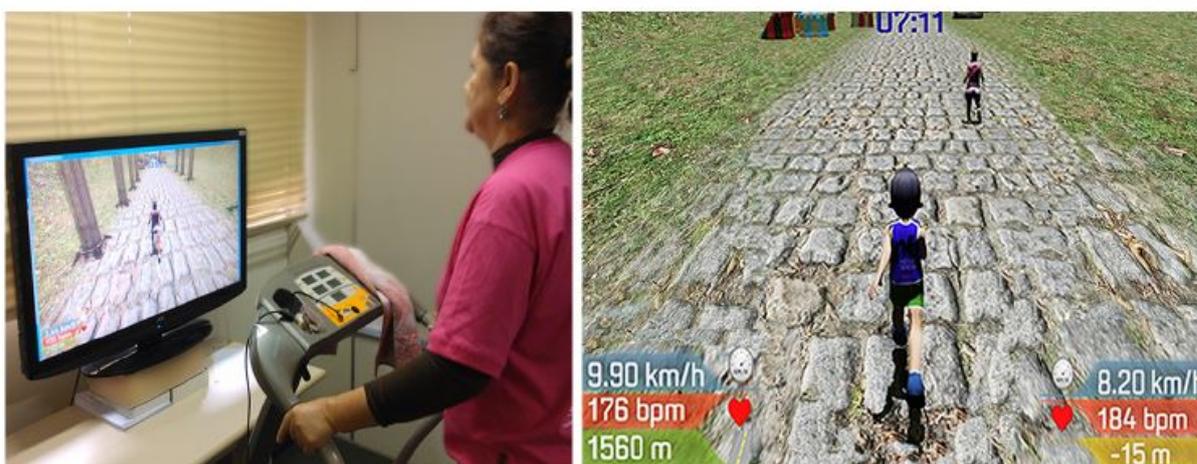


Figura 2.4: Running Wheel. Fonte: (NUNES, 2014)

Depois de realizar o experimento com 12 pessoas no decorrer de seis sessões de caminhada ou corrida foi possível notar uma preferência pelo modo competitivo (10 voluntários). Os participantes deste modo tiveram um desempenho melhor do que aqueles que experimentaram o modo *singleplayer*, evidenciado pela média 5,9% maior de ritmo cardíaco e pela percepção de cansaço aferida pelos participantes durante cada sessão.

2.3 Produtos comerciais

Esta seção falará sobre exergames de sucesso na atualidade. Primeiro será mostrado o jogo musical *Just Dance*, que ganhou destaque nos últimos anos, e depois o exergame de maior número de vendas *Wii Sports*.

2.3.1 Just Dance

Just Dance é um jogo musical desenvolvido pela Ubisoft Paris. Sua primeira versão foi lançada em 2009, somente para Wii, sem causar grande alarde na comunidade. O objetivo do jogo é basicamente escolher uma música e imitar os passos de dança que serão feitos por um dançarino na tela. Os jogadores são avaliados pela precisão de seus movimentos em comparação ao dançarino e são pontuados de acordo com isso, como visto na figura 2.5.

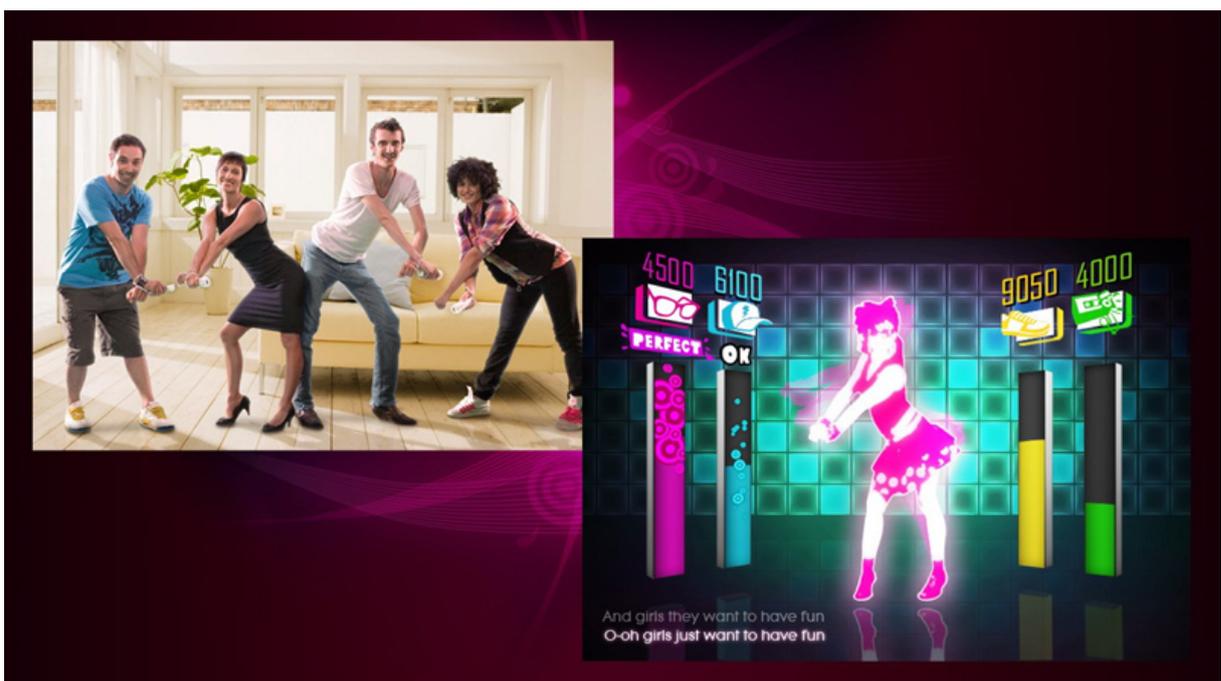


Figura 2.5: Jogadores seguindo os passos do dançarino no *Just Dance*.

Just Dance acertou em seu *gameplay* casual, atraindo milhares de pessoas. Hoje já está em sua sexta edição, o *Just Dance 2015*, com data marcada para o lançamento do *Just Dance 2016* para outubro de 2015, disponível para PlayStation 4, Wii U, Xbox 360, Wii, Xbox One e PlayStation 3.

Um recente estudo mostrou que jogos de dança causam um maior gasto de energia em relação a outros exergames (LYONS et al., 2011). Isso se deve ao fato do jogador movimentar o corpo inteiro durante uma partida, e não somente a parte superior ou inferior do corpo (PENG; LIN; CROUSE, 2011).

2.3.2 Wii Sports



Figura 2.6: Jogadora experimentando o *minigame* de beisebol no Wii Sports.

Jogo de lançamento do console Wii da Nintendo em 2006, consiste em um conjunto de cinco jogos diferentes, cada um contemplando um esporte: golfe, tênis, beisebol, boxe e boliche. Os controles e as regras são bastante simples, é apenas necessário copiar os movimentos realizados nos esportes reais. Desenvolvido para demonstrar as novas formas de controle que

o WiiMote² proporcionaria. Os gráficos são atrativos e os jogadores têm a possibilidade de usarem seus próprios Miis³, aumentando a imersão no jogo devido a identificação do jogador com o seu avatar, como visto na figura 2.6.

Foi bem recebido na crítica, se consagrou como um dos jogos mais vendidos de todos os tempos, teve sua continuação lançada em 2009, o *Wii Sports Resort* e em 2013 a sua versão em alta definição para o console Wii U, o *Wii Sports Club*.

²Controle do console Wii.

³Avatares digitais criados no Wii.

3 DETALHAMENTO DO RUNNING WHEEL

Running Wheel é um jogo sério – da classe exergames – que busca estimular a prática de exercício físico – corrida ou caminhada – de seus jogadores através de um avatar que corre em um ambiente virtual de acordo com o ritmo impresso em uma esteira ergométrica. Nesse trabalho foi adicionado o modo colaborativo, possibilitando que três pessoas corram ou caminhem lado a lado no ambiente virtual.

Neste capítulo teremos uma visão geral do jogo e seus conceitos. Os modos competitivo e colaborativo serão detalhados. A arquitetura do Running Wheel também será contemplada neste capítulo. Serão mostrados os módulos de captura de dados, de controle e de visualização.

3.1 Visão geral do jogo

O sistema é dividido em dois modos de jogo principais: o *competitivo* e o *colaborativo*, ambos envolvendo mais de um participante na corrida ou caminhada.

Algumas características são comuns aos dois tipos de jogo, como podem ser vistas na figura 3.1 e descritas abaixo:

- **Cenário:** Ambiente virtual formado por montanhas, árvores, vegetações rasteiras, lagos, pontes e a pista circular onde os jogadores irão correr;
- **Avatar:** É o personagem correspondente ao jogador. São disponibilizados seis modelos diferentes, permitindo que o usuário escolha aquele se identifique mais. Ele estará centralizado na tela e irá correr ou caminhar durante toda a sessão do jogo. Ele tenta acompanhar ao máximo os movimentos reais do corredor, acompanhando a velocidade do mesmo, dando uma idéia de imersão maior no jogo. O jogador é mostrado em terceira pessoa;
- **Mensagens motivacionais:** Elas são pré-configuráveis e aparecerão ao longo da sessão de acordo com os objetivos alcançados, de acordo com a duração da sessão. Existem também as mensagens informativas que aparecem em momentos específicos (e.g. Nome das pessoas que estão correndo junto);
- **Mostradores de desempenho:** Na tela, serão sempre mostrados os nomes do oponente ou parceiros, tempo total decorrido, os batimentos cardíacos e a velocidade de todos os corredores. Somente para o jogador principal é mostrada a distância percorrida ao longo do percurso.

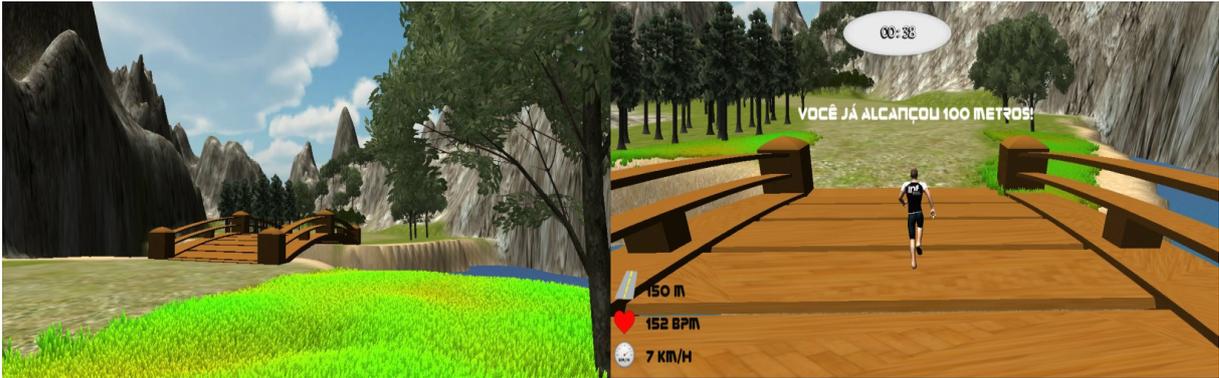


Figura 3.1: À esquerda o cenário do jogo, que inclui montanhas, lagos, vegetações, pontes, árvores; à direita a tela de jogo com os mostradores.

Nos dois modos de jogo é realizada uma equalização dos jogadores, através de uma normalização detalhada na próxima seção.

Em qualquer modo é possível também personalizar seus objetivos. Antes de cada sessão o usuário pode selecionar uma meta de tempo e/ou uma meta de distância a ser percorrida. No modo colaborativo pode ser escolhida uma distância objetivo para o grupo alcançar, deixando a cargo do usuário configurar suas metas de forma mais confortável e adaptada à ele.

Os dados de velocidade, ritmo cardíaco e distância percorrida ficam salvos em um banco de dados. Dessa forma é possível utilizá-los em sessões futuras.

3.2 Equalização dos jogadores

Para que o jogo fique mais interessante e motivante, onde pessoas que corram menos possam acompanhar pessoas que corram mais, deve ser feita uma equalização de jogadores, esta que foi realizada através de uma normalização baseada nas zonas alvos de frequência cardíaca. De acordo com Sally Edwards (EDWARDS, 1994), existem cinco zonas de treinamento, calculadas de acordo com a frequência máxima cardíaca¹ de cada pessoa, são elas:

1. **Atividade moderada (50-60% da FcMax):** É a zona ideal para pessoas sedentárias que estão começando a praticar esportes e pessoas que estão voltando a praticar esportes após lesões ou problemas de saúde;
2. **Controle de peso (60-70% FcMax):** É nesta zona que o organismo começa a queimar a gordura como fonte de energia, fortalecer o coração e também começa a sofrer os efeitos benéficos de exercícios aeróbicos;

¹De forma simplificada, encontramos a frequência cardíaca máxima através da seguinte fórmula para homens: $220 - (\text{sua idade})$ e para mulheres: $226 - (\text{sua idade})$.

3. **Aeróbica (70-80% FcMax):** Nesta zona não somente o coração será beneficiado, mas também seu sistema respiratório. Sua capacidade aeróbica será aumentada, levando a diversos benefícios para seu organismo;
4. **Limiar anaeróbico (80-90% FcMax):** Essa zona não é indicada para pessoas que apenas querem manter a forma. O treinamento acaba ficando mais anaeróbico do que aeróbico, eventualmente levando seu organismo gastar fontes de energias anaeróbicas. É uma zona de treinamento muito dura;
5. **Esforço Máximo (90-100% FcMax):** Nesta zona é aconselhado permanecer por períodos curtos de tempo, somente pessoas em ótima forma devem correr nela. Como o exercício será feito acima do limiar anaeróbico o corpo trabalhará em regime de débito de oxigênio.

Após encontrar as zonas alvo de frequência cardíaca do oponente (modo competitivo) ou dos companheiros (modo colaborativo) as comparamos com a zona-alvo do jogador em questão. Se ele estiver em zonas de menores frequências ele verá os outros à sua frente, caso contrário verá eles às suas costas. Por exemplo, o jogador está na zona de *Atividade moderada* e o oponente está na zona de *Controle de peso*, o adversário será posicionado um pouco à frente do jogador.

3.3 Modo competitivo

No modo competitivo existe um fator motivacional especial no jogo, um oponente. Nesta forma de jogar é explorada a competitividade de cada jogador, visto que o objetivo da sessão é manter-se o máximo possível à frente de seu adversário. Lembrando que o rival será sempre alguém do mundo real, ou seja, o usuário nunca irá jogar contra a máquina, e sim contra pessoas que usaram o sistema motivacional em momentos passados. O parceiro virtual é inserido à esquerda do avatar principal no sistema de visualização, com suas respectivas informações pessoais pré-configuradas sendo mostradas no canto superior esquerdo, como registros da sessão e seu nome.

Os corredores ficam dispostos em diferentes raias, inspiradas no atletismo e sempre seguirão o mesmo caminho. A posição do rival na tela é definida de acordo com a equalização dos jogadores explicada na seção 3.2. O adversário nunca sai do campo de visão do jogador, nem se ele estiver muito à frente ou muito atrás. Isso serve para deixar o jogador sempre focado e motivado no jogo. Imaginemos um cenário onde o jogador esteja desempenhando um ritmo

bem mais intenso que seu oponente na corrida, normalmente em jogos de corrida o adversário iria sumir, dando ao jogador uma sensação de estar correndo sozinho, sem desafios maiores, porém levando em consideração a nossa decisão de manter o rival por perto, sempre visando estimular ao máximo o jogador, dá uma sensação de que a qualquer momento ele pode realizar uma ultrapassagem. Já no caso contrário, mantendo um rival que esteja muito à frente do usuário, dá idéia de que o adversário não está tão longe, que é possível alcançá-lo. Na figura 3.2 pode ser vista a tela do jogo.



Figura 3.2: Modo competitivo do Running Wheel.

Como foi dito anteriormente, a competição é um fator motivacional importante. Entretanto, existem pessoas que não criam algum vínculo de competição durante a prática de algum exercício físico e que julgam mais importante o fator social envolvido na atividade física, o que acaba deixando o modo competitivo desmotivante para essas pessoas. Para atingir esse público foi desenvolvido o modo colaborativo, onde os usuários correrão ou caminharão para concluir um objetivo maior e em comum com os outros integrantes de seu grupo.

3.4 Modo colaborativo

Neste modo o usuário correrá com dois companheiros de grupo. Os avatares dos parceiros são situados ao lado do usuário, um à sua esquerda e o outro à sua direita. Os respectivos dados pessoais (i.e. nome, batimentos cardíacos e velocidade) são dispostos nos cantos superiores da tela. Visando explorar o lado colaborativo das pessoas, o objetivo principal desta forma de jogo é tentar sempre acompanhar seus parceiros de grupo, também sendo possível estabele-

cer metas paralelas para o grupo (e.g. grupo percorrer 6km durante uma sessão). Os parceiros são posicionados na tela de acordo com a equalização vista na seção 3.2, cada um respeitando suas respectivas raias, não invadindo o caminho dos outros. O jogo pode ser visto na figura 3.3.



Figura 3.3: Modo colaborativo do Running Wheel.

Sempre que os dois companheiros tiverem o desempenho muito superior, mensagens de texto motivacionais são disparadas para o corredor, para que ele tente alcançar seus amigos e não acabe ficando muito para trás.

4 ARQUITETURA E IMPLEMENTAÇÃO DO RUNNING WHEEL

4.1 Arquitetura

A arquitetura do Running Wheel está dividida em dois principais módulos: o módulo de **monitoramento e captura de dados** e o módulo de **controle e visualização do jogo**, que serão detalhados nas seções abaixo.

4.1.1 Módulo de captura de dados

Este módulo captura as informações referentes ao corredor, tais como: velocidade exercida na esteira, distância percorrida e por fim os batimentos cardíacos.

Para capturar a velocidade da esteira ergométrica é usado um sensor eletrônico de efeito Hall que calcula a velocidade através do período das voltas, detectado pela passagem de um ímã. Para detecção do ritmo cardíaco foram usados sensores sem fio que se comunicavam com uma cinta que informava os batimentos cardíacos do jogador.

4.1.2 Módulo de controle e visualização do jogo

Esse módulo tem a responsabilidade de receber os dados do módulo descrito na subseção 4.1.1 e analisá-los, renderizar o cenário e os avatares, mostrar os dados dos corredores (i.e. distância percorrida, velocidade, batimentos cardíacos) e por fim mostrar as mensagens motivacionais.

As informações do corredor são atualizadas com os sinais capturados de acordo com um período de tempo pré-configurado a ponto que não interfira na coleta de dados ou receba informações muito atrasadas.

Assim que os dados são recebidos, é feita uma verificação deles. De acordo com o desempenho do jogador pode ser ou não necessário o envio de mensagens motivacionais, tais como: objetivos alcançados, tempo restante de corrida, distância percorrida.

Coleta-se do banco de dados as informações dos parceiros naquele instante. Existe um subsistema de controle que possui os dados referentes ao jogador, como idade, sexo, dados das sessões. É este subsistema que se comunica com o sistema que irá renderizar o jogo.

O subsistema de gravação salva em uma base de dados todas as informações do jogador

(i.e. ritmo cardíaco, velocidade, distancia) a cada *timestamp*. Dessa forma, sessões passadas podem ser carregadas e executadas como se a pessoa estivesse realmente correndo naquele momento.

Por fim, temos o subsistema que gera o ambiente virtual com os avatares, o cenário, o HUD e as mensagens motivacionais do jogo. Também nesta parte do módulo criamos os caminhos pré-configurados para que cada jogador siga sempre o mesmo percurso.

4.2 Implementação

Nesta seção será mostrado como o Running Wheel, definido na seção 4.1, foi implementado. Na subseção 4.2.1 será mostrado o sistema como um todo. Na subseção 4.2.2 o sistema de captura será detalhado, assim como o sistema de controle, banco de dados e o sistema de visualização nas subseções 4.2.3, 4.2.4 e 4.2.5, respectivamente. As mudanças feitas em relação à última implementação serão explicadas ao longo de cada subseção, exceto a migração para Unity3D¹ que terá uma subseção especialmente dedicada para explicá-la.

4.2.1 Visão geral

Esta seção explicará a implementação do Running Wheel, será dado um panorama geral dela. Os detalhes de cada módulo serão contemplados nas próximas seções.

Basicamente o Running Wheel é composto de:

- Uma esteira ergométrica, equipada com sensores para captura de dados;
- Um computador para executar o sistema;
- Um monitor ligado ao computador por um cabo HDMI, para que o usuário possa visualizar o jogo. O monitor fica posicionado à frente e em uma altura próxima aos olhos dele;
- Um sensor que irá capturar a velocidade da esteira;
- Um sensor que irá capturar o ritmo cardíaco do usuário.

Um esquema para melhor compreensão do sistema está ilustrado pela figura 4.1.

¹www.unity3d.com/5.

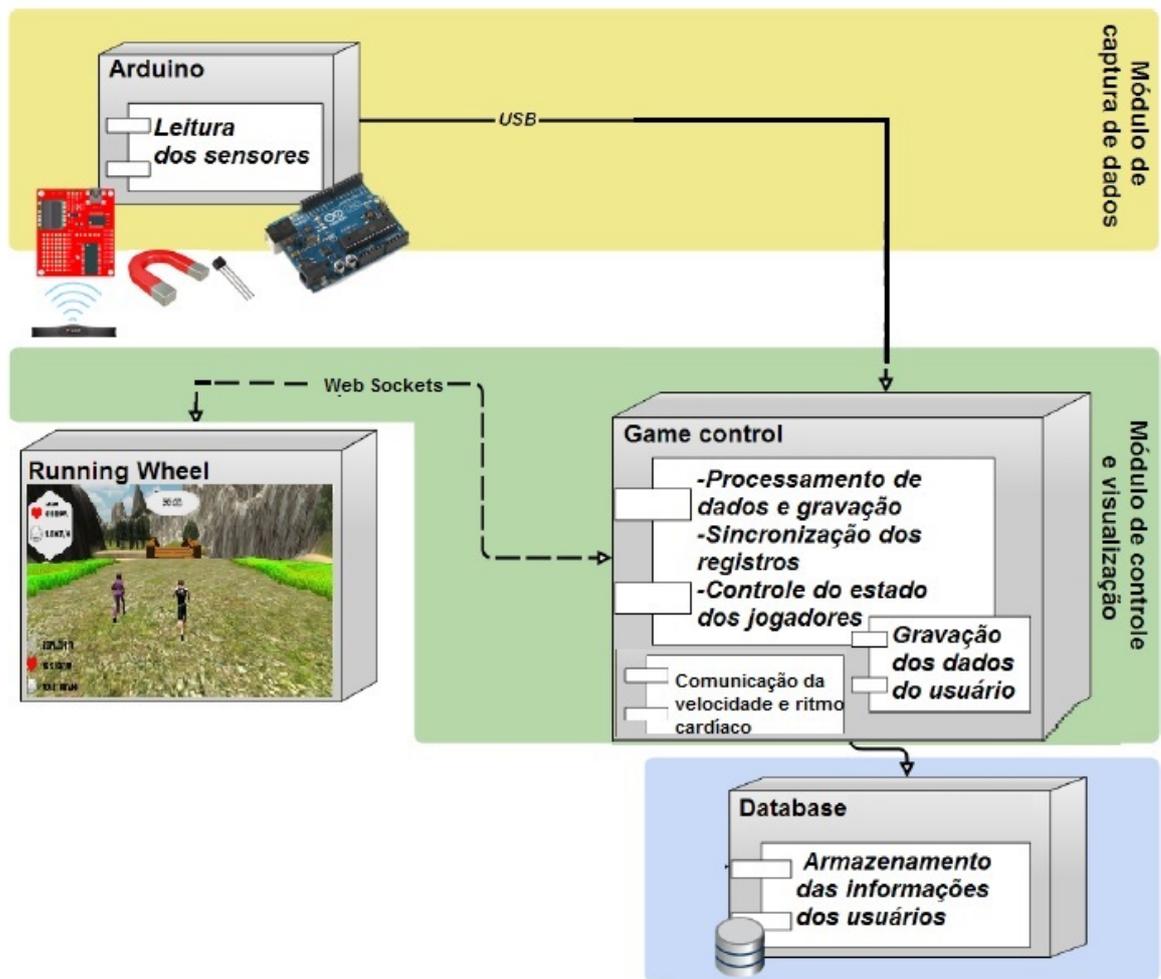


Figura 4.1: Figura adaptada do esquemático do Running Wheel. Fonte: (NUNES, 2014)

O sistema é basicamente dividido da seguinte forma:

- **Módulo de captura:** foi implementado apenas com dois Arduinos, um microcontrolador para cada coleta de dados, ou seja, um captura a velocidade e o outro os batimentos cardíacos. Eles se comunicam diretamente com o controle através de uma conexão USB;
- **Módulo de controle:** recebe as informações, trata-as, realiza os procedimentos necessários e envia por Web Sockets que são relevantes para o jogo na *game engine*;
- **Módulo de visualização:** recebe os dados do controle e os processa, renderizando o jogo para os praticantes;
- **Módulo de gravação de dados:** foi usada uma base de dados local onde os registros de cada sessão eram salvos. Um servidor local foi criado para rodar uma aplicação Web que montava um *ranking* dos participantes de acordo com seu desempenho.

4.2.2 Módulo de captura de dados

Os dados do corredor têm de passar pelo módulo de captura. É ele que realiza a ligação entre os sinais do jogador e o sistema Running Wheel. Foram usadas placas Arduino ², principalmente porque o experimento anterior já as usava, minimizando desperdício de tempo em novas implementações e também devido a facilidade de programação. Devido a problemas encontrados na porta serial do notebook usado no experimento não foi possível comunicar os dois sensores com apenas uma placa de prototipação. Foi necessário uma placa para cada sensor, como pode ser visto na figura 4.2.

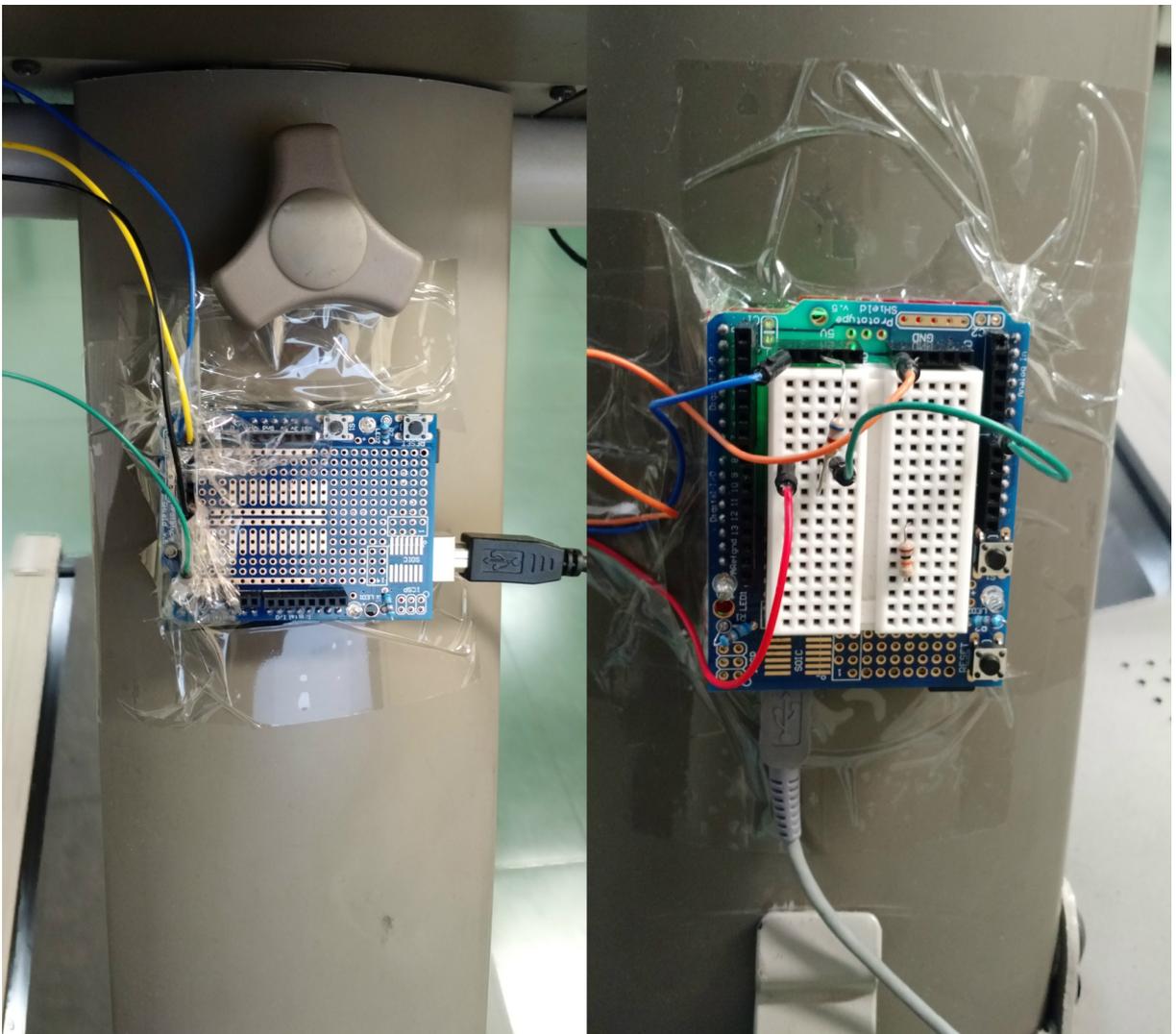


Figura 4.2: À esquerda Arduino encarregado de tratar os batimentos cardíacos; à direita Arduino encarregado de receber a velocidade da esteira.

O programa que realizava a recepção dos sensores foi integrado ao módulo de controle, como será melhor explicado nas próximas seções. Portanto, os sinais são transmitidos direta-

²www.arduino.cc

mente por USB para o PC que os lê de maneira análoga à leitura de uma porta serial.

Para realizar a mensuração da velocidade neste experimento também foi realizada uma alteração. Os materiais usados foram os mesmos, um sensor de efeito Hall, modelo Optek OH090U e um ímã, vistos na figura 4.3. Este sensor é do tipo *latch*, ou seja, quando um ímã aproxima-se do sensor a tensão no pino de saída muda para 0 volts. Como forma de reduzir o problema de atraso na detecção da velocidade a partir do ímã fixado à cinta de caminhada da esteira, neste trabalho o ímã e o sensor foram reposicionados medindo a velocidade diretamente no eixo do motor. Essa mudança no posicionamento do sensor possibilitou um aumento na taxa de atualização da velocidade. Para cada volta completa da cinta são coletadas pelo menos 3 amostras de velocidade, as quais foram definidas através de testes, como 5 voltas completas do eixo do motor.



Figura 4.3: À esquerda figura adaptada do sensor e ímã avulsos; à direita o sensor e o ímã acoplados à esteira. Fonte: (NUNES, 2014)

A detecção do ritmo cardíaco é feita por uma placa chamada Polar Heart Rate Monitor (modelo SEN-08661), vista na figura 4.5. Ela funciona conectada ao segundo Arduino. Ela converte os sinais recebidos de algum monitor de frequência cardíaca em dados utilizáveis. O monitor escolhido foi uma cinta elástica modelo Sportline DUO 1025, equipada com um

módulo transmissor, vista na figura 4.4, que deveria ser vestida pela usuário. Ela deveria ficar próxima da placa até parear, depois do período de pareamento os dados eram recebidos.



Figura 4.4: Cinta elástica equipada com um módulo transmissor usada na captura dos batimentos cardíacos.

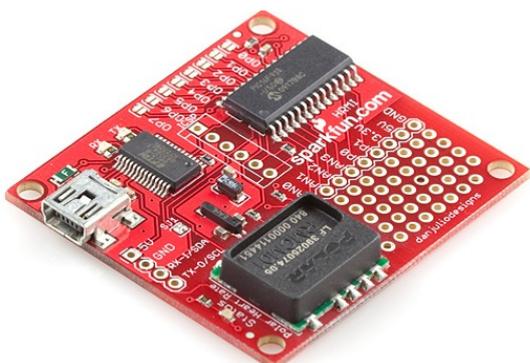


Figura 4.5: À esquerda a placa de detecção de ritmo cardíaco avulsa; à direita acoplada à esteira.

4.2.3 Módulo de controle

Este módulo é responsável por receber os sinais do jogador, processá-los, carregar ou salvar registros no BD e por fim enviá-los para o sistema de visualização, onde é feita a renderização do jogo.

Este módulo foi desenvolvido com a Linguagem C++ e o framework usado foi o Qt³. Nesta versão do controlador foi reusado boa parte do código, porém algumas mudanças foram feitas para satisfazer os novos requisitos (e.g. implementação do modo colaborativo, implementação da equalização dos jogadores, entre outras).

Através do *Controller Proxy* são feitas as configurações da sessão. Com ele podemos escolher o modo de jogo, usuário cadastrado que jogará, sessão correspondente, objetivos (i.e.

³<http://www.qt.io/>

tempo total, distância), configurar o tamanho da esteira, escolher o avatar que será usado. Possui também mostradores de velocidade, batimentos cardíacos e distância percorrida, sendo que a interface pode ser vista na figura 4.6. Quando o jogo escolhido for o competitivo, poderemos configurar a sessão, escolhendo um oponente e sua sessão, já cadastrados, e também o seu avatar correspondente. Para o modo colaborativo, primeiro deve-se escolher o grupo de corredores, depois os parceiros e suas sessões e, por fim, os avatares. No modo colaborativo é permitido escolher uma meta de distância para o grupo percorrer. Assim que o botão de *Play* for pressionado, o controlador cria um processo para executar o jogo (módulo de visualização).

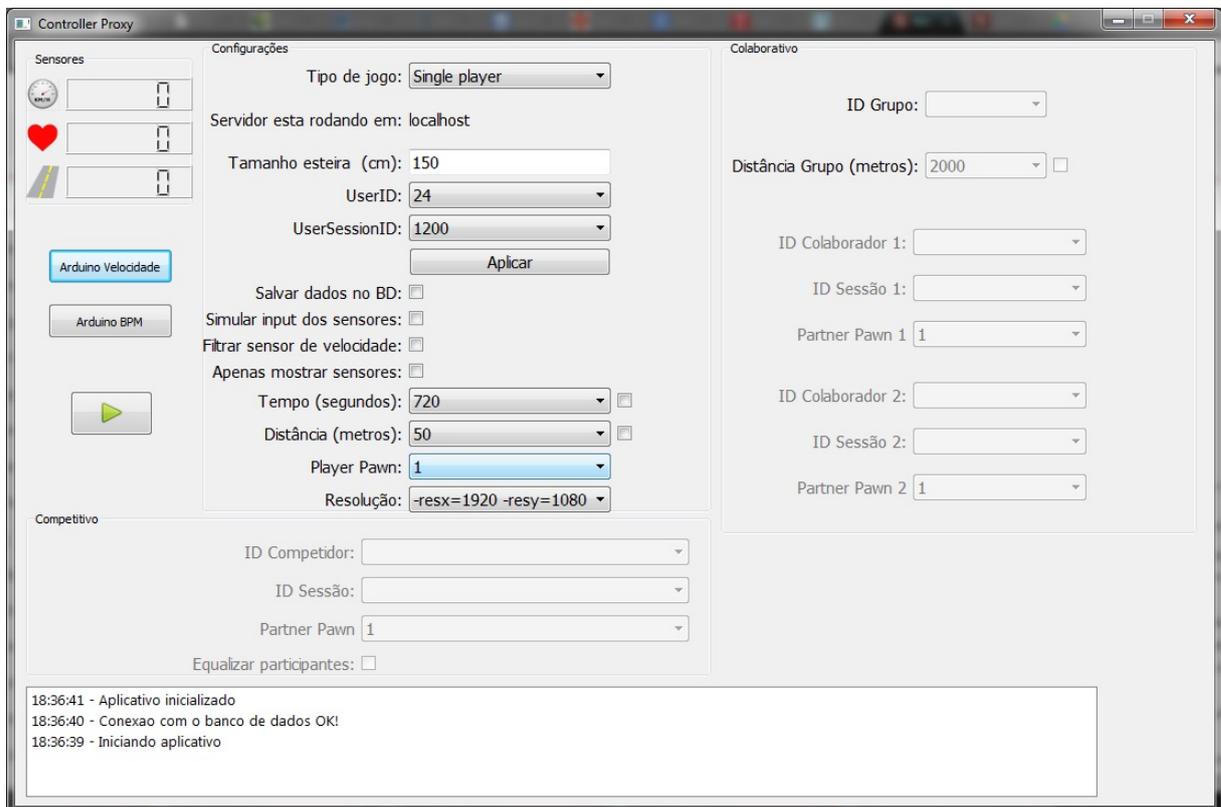


Figura 4.6: Interface para configuração e controle do jogo.

A recepção e tratamento dos sinais do corredor ocorrem neste módulo. Portanto, foi necessário inserir na interface do *Controller Proxy* uma janela para configuração dos dados recebidos, como pode ser visto na figura 4.7.

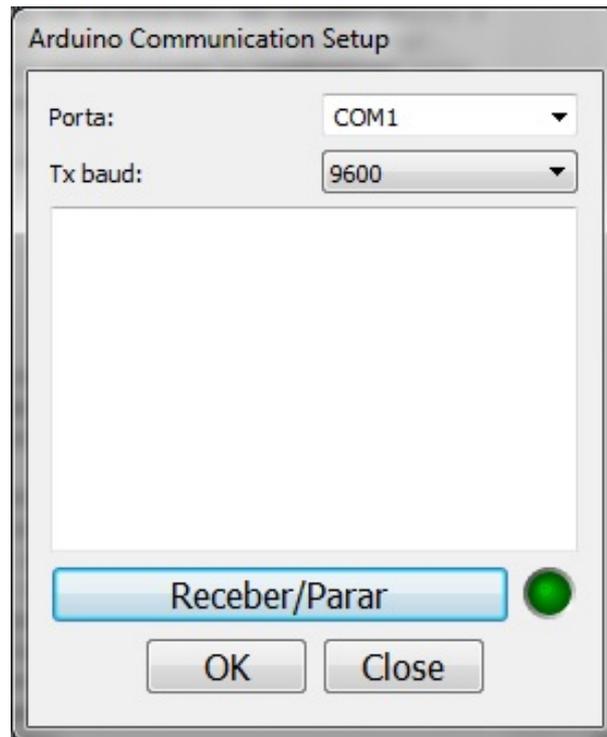


Figura 4.7: Interface para configuração das portas e taxas dos dados recebidos dos Arduinos.

Durante a execução de uma sessão o *Controller Proxy* realiza diversas tarefas, são elas:

1. Sincroniza as informações recebidas do módulo de captura com as do jogador, guarda essas informações em uma lista, caso seja solicitado salvar a sessão, os dados presentes na lista são inseridos no banco;
2. Realiza uma sincronização entre os dados coletados do corredor e os dados dos outros parceiros – carregados do banco –, referente a sessões passadas, para que eles sejam atualizados no jogo (i.e. módulo de visualização) no mesmo instante. Esse sincronismo é ajustado de acordo com um *clock* do sistema;
3. Verifica se é necessário enviar mensagens para o jogo, seja por objetivos alcançados ou por eventos do jogo (e.g. largada);
4. Realiza a equalização dos jogadores de acordo com a zona-alvo de frequência cardíaca de treinamento;
5. Trata os eventos motivacionais dos modos competitivo e colaborativo.

O controlador se conecta ao SGBD de uma forma direta. O sistema foi implementado de forma que se for necessário realizar uma transação muito grande (e.g. salvar dados de uma sessão) os dados serão lidos ou escritos de uma única vez. Desta forma a aplicação não corre o risco de ser interrompida por algum problema da rede. Neste experimento optou-se por utilizar um servidor local do SGBD de forma a evitar quaisquer problemas de instabilidade ou

indisponibilidade de conexão com um servidor remoto.

A comunicação entra o controlador e a Unity3D é feita através de websockets, tecnologia que torna possível estabelecer uma comunicação bidirecional sobre um único socket TCP. Inicialmente projetados para serem executados em browsers e servidores web, os websockets podem ser utilizados em qualquer aplicação do tipo cliente-servidor (WANG; SALIM; MOSKOVITS, 2013). Eles foram escolhidos devido a simplicidade de implementação tanto na Unity3D quanto no Qt. O *Controller Proxy* cria um socket em uma determinada porta e aguarda por uma conexão. Quando ela ocorre, a aplicação começa a enviar os dados para o principal *script* da *engine*. As mensagens são enviadas, serializadas em uma sequência de caracteres e um caractere especial funciona como separador (e.g. `<velocidade> # <ritmo cardíaco>`), a decodificação ocorre no jogo. Elas são enviadas em intervalos de tempo pré-definidos.

4.2.4 Banco de dados e *ranking*

O SGBD escolhido foi o PostgreSQL⁴, usado no experimento anterior. Ele oferece suporte ao framework Qt através de um driver para conectar e realizar as consultas necessárias à base de dados, além de possuir uma licença de uso gratuita.

O banco de dados pode ser reaproveitado do último experimento, sendo que apenas foi criada uma tabela nova referente aos grupos, chamada *groups*. Nela apenas são guardados os dados relacionados aos usuários e seu grupos respectivos. Modelada dessa forma é permitida uma pessoa fazer parte de mais de um grupo, não limitando ela a sempre correr com as mesmas pessoas. Pensando também em implementações futuras, onde o modo colaborativo possa ficar mais complexo e os grupos precisarem de mais informações, será necessário só adicionar colunas na tabela.

Na tabela *user* é onde são salvas as informações pessoais do participante, como: nome, sexo, idade. Neste experimento não foi possível usar a aplicação web usada no último experimento, portanto toda a inserção foi feita *hardcoded* através da ferramenta pgAdmin⁵, onde é possível gerenciar a base de dados de forma simples e fácil, nem sempre precisando executar comandos *sql*.

A tabela *info_session* faz a relação dos usuários e sessões com o modo de jogo, através das seguintes colunas: *id*, *userid*, *sessionid*, *gametype*.

Na tabela *session* é onde se encontram todas as informações capturadas do usuário em

⁴<http://www.postgresql.org/>

⁵www.pgadmin.org

cada sessão. De acordo com o tempo configurado de *clock* do controlador, a cada intervalo dele são salvos a velocidade, distância, batimentos cardíacos e o tempo de sessão já decorrido.

A tabela *message* é responsável por armazenar as mensagens que serão exibidas ao longo de uma sessão. Ela possui duas colunas principais: tipo de evento da mensagem e o texto a ser exibido de acordo com o evento disparado no controlador (e.g. largada, chegada, metade do tempo já decorrido, entre outras). Na figura 4.8 pode ser visto o modelo ER.

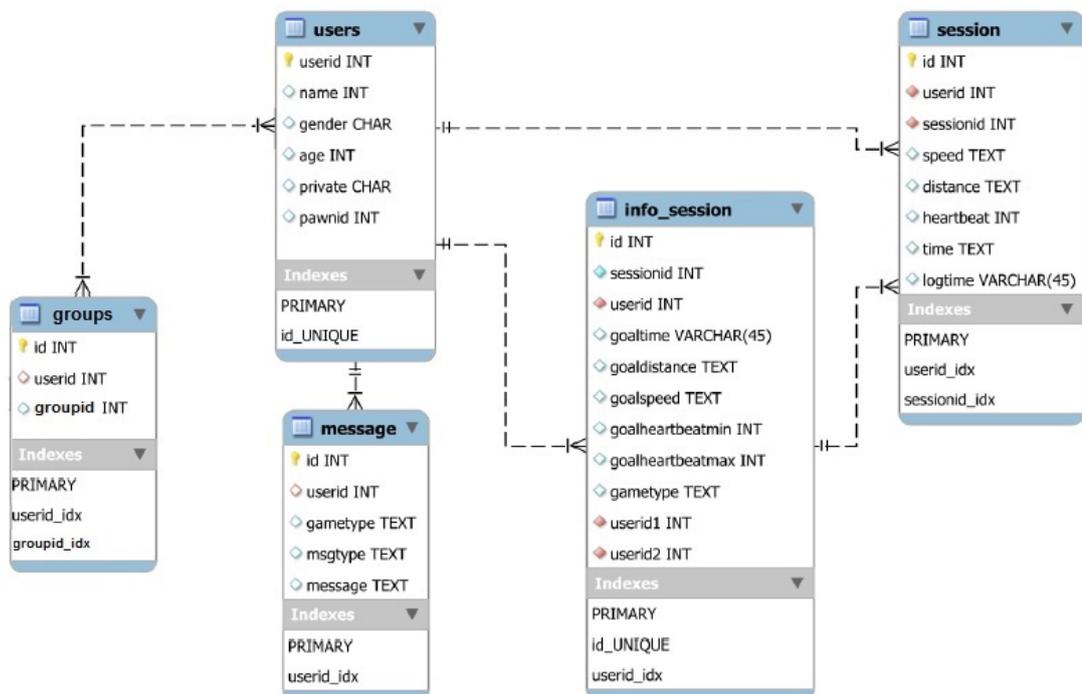


Figura 4.8: ER do banco de dados reutilizado e adaptado do estudo anterior. Fonte:(NUNES, 2014)

Foi implementado em PHP⁶ com o auxílio do framework Yii⁷ um sistema que realizava o ranqueamento dos jogadores de acordo com o seu desempenho alcançado no teste de Cooper, ao longo dos 12 minutos, como pode ser visto na figura 4.9. Esse *ranking* foi interessante para os participantes, pois a partir dele era possível comparar o seu desempenho com o do seus amigos e também permitia ver quais dos usuários eram conhecidos e assim escolher um deles para competir contra.

⁶<http://php.net/>

⁷www.yiiframework.com/

Displaying 1-15 of 15 results.

Posição	name	idade	sexo	distance	cooper
1		24	Masculino	1993.74	2
2		29	Masculino	1949.04	2
3		24	Masculino	1605.13	2
4		47	Feminino	1252.29	2
5		20	Feminino	1398.33	1
6		22	Masculino	1345.38	1
7		26	Feminino	1273.55	1
8		28	Masculino	1180.79	1
9		40	Feminino	1145.49	1
10		22	Masculino	1131.33	1
11		24	Masculino	1116.19	1
12		48	Feminino	1058.71	1
13		23	Masculino	943.278	1
14		53	Masculino	841.614	1
15		47	Feminino	399.238	1

Figura 4.9: Ranqueamento dos jogadores de acordo com o desempenho no teste de Cooper.

4.2.5 Módulo de Visualização

Primeiramente será falado sobre a decisão de migrar o sistema da UDK⁸ para Unity3D na subseção 4.2.5.1 e depois será mostrado como foi feita a implementação na Unity3D na subseção 4.2.5.2.

4.2.5.1 Migração da UDK para a Unity3D

Após um período tentando dar continuidade a implementação do Running Wheel na UDK, foi decidido migrar a aplicação para a Unity3D. Os principais motivos para a migração foram:

- **Limitação de *hardware*:** Por falta de um *hardware* melhor, simples tarefas na *engine*, tomavam um tempo maior do que o normal e muitas vezes o processo não respondia, impossibilitando de evoluir;
- **Unity3D mais leve:** Desenvolver na Unity3D era incrivelmente mais fluído do que na *engine* original. Com uma interface e gráficos um pouco mais simples, o projeto de criação do jogo não foi comprometido pelo *hardware*;
- **Curva de Aprendizagem:** Na Unity3D foi possível notar uma curva de aprendizagem menor, fato que pode ser atribuído a uma vasta bibliografia, fóruns de ajuda, bibliotecas de funções e mapas, etc;
- **Intuitividade:** A Unity3D foi considerada mais intuitiva, este fato podendo ser percebido já pela criação de tarefas exemplos, as chamadas "*Hello World*".

⁸<https://www.unrealengine.com>

Depois de migrado o sistema, seria necessário criar o ambiente na Unity3D a partir do zero, porém o resto pôde ser aproveitado, tirando pequenas alterações que foram feitas nos outros módulos. Também foi necessário achar uma solução para comunicação entre o Controlador e o jogo. A solução encontrada foi o uso de Web Sockets, a implementação foi bem simples e fácil.

4.2.5.2 Implementação na Unity3D

Módulo responsável por receber as informações do Controlador e renderizar o jogo para o usuário de acordo com elas. Foi desenvolvido na Unity3D com scripts codificados na linguagem C#.

O jogo recebia mensagens por Web Socket do controlador de acordo com o intervalo pré-definido. Em cada uma delas eram enviadas as informações atualizadas dos jogadores (i.e. distância, batimentos cardíacos, velocidade, zonas de treinamento dos parceiros) que seriam decodificadas e mostradas na tela.

O ambiente foi criado através de ferramentas nativas da *engine* que permitem alterar o terreno, criar montanhas, inserir vegetação, inserir lagos.



Figura 4.10: Tela do jogo no modo competitivo, dois avatares correndo e suas informações sendo mostradas.

O jogo apresenta o personagem principal no centro da tela, com o oponente à esquerda (modo competitivo) ou um dos parceiros de cada lado (modo colaborativo). Os mostradores de desempenho do jogador estão localizados no canto inferior esquerdo da tela, já os nomes e mostradores dos outros jogadores se encontram em *containers* nos cantos superiores da tela, um de cada lado. No centro é mostrado o tempo de sessão decorrido. As mensagens motivacionais

aparecem de forma animada no centro da tela. Na figura 4.10 é mostrada a tela de jogo.

Visto que o cenário é circular, foi necessário criar caminhos predefinidos para que cada avatar pudesse segui-lo. Foi usada uma ferramenta desenvolvida para Unity3D chamada iTween⁹. Esta ferramenta permite criar os caminhos de forma bastante intuitiva, depois é apenas necessário informar a velocidade do objeto que irá percorrer este caminho através de um *script*, como pode ser visto melhor na figura 4.11.



Figura 4.11: Modo editor da Unity, com destaque para os caminhos pré-configurados com a ferramenta iTween.

As mensagens de texto permanecem na tela por alguns segundos, para permitir ao usuário lê-las. Este procedimento foi implementado através de uma fila.

O jogo é formado pelas seguintes classes principais:

- *MostraInformações*: Responsável por renderizar as informações na tela;
- *ControleJogo*: Responsável por receber as informações por Web Sockets e realizar o *parsing* das mensagens;
- *ControleJogador*: Com o auxílio da ferramenta iTween, faz com que o jogador se movimente no cenário de acordo com os sinais recebidos;
- *ControleOutrosJogadores*: Faz com que os outros jogadores se movimentem pelo ambiente e respeitem os limites impostos pela equalização dos jogadores. Ou seja, faz o posicionamento dos avatares na tela;
- *Animação*: Controla a animação que será executada de acordo com a velocidade (i.e. caminhada ou corrida) e a velocidade da mesma, com o intuito do avatar se movimentar no mesmo ritmo do jogador. Os avatares podem ser vistos na figura 4.12.

⁹<http://itween.pixelplacement.com/>



Figura 4.12: Avatares disponíveis para escolha dos jogadores, à esquerda os masculinos e à direita os femininos.

Ao chegar no fim da sessão, o jogo é paralisado, parabenizando o jogador e informando que o teste foi completado. É mostrado na tela um menu permitindo somente reiniciar a partida ou sair da aplicação.

4.2.6 Comentários finais

Com o objetivo de alcançar melhores resultados e realizar um experimento mais interessante algumas modificações foram feitas no antigo Running Wheel. As principais diferenças do antigo para o novo se encontram na parte de implementação, a arquitetura se manteve bastante parecida. As principais contribuições deste estudo podem ser vistas na figura 4.13 abaixo.

Característica	Velho	Novo
<i>Normalização</i>	Usa níveis-alvo	Usa zonas de treinamento (FcMax)
<i>Localização do ímã</i>	Cinta de rolagem da esteira	Eixo do motor
<i>Número de Arduinos</i>	1	2
<i>Módulo de Visualização</i>	UDK	Unity3D
<i>Comunicação entre o Controlador e o módulo de Visualização</i>	UDP Sockets	Web Sockets

Figura 4.13: Diferenças entre o novo e o velho Running Wheel

5 MATERIAIS E MÉTODOS

Com o intuito de expandir o nosso conhecimento na área de exergames e possibilitar a criação de jogos aliados ao exercício físico mais eficientes, criamos um experimento para comparar dois modos de jogar do Running Wheel: o modo competitivo e o modo colaborativo. Como já foi visto anteriormente, a nossa hipótese é:

- **H: existe diferença de desempenho entre as pessoas que utilizam um modo colaborativo de jogo e aquelas que utilizam o modo competitivo.**

Neste capítulo veremos a metodologia utilizada neste experimento. A seção 5.1 mostrará com detalhes o *setup* utilizado. Na seção 5.2 descreveremos a interface de locomoção escolhida para os testes. Em seguida, na seção 5.3 serão descritas as tarefas realizadas pelos participantes. A seção 5.5 mostrará as métricas utilizadas. Na seção 5.6 serão caracterizados os participantes e por fim a seção 5.7 mostrará o procedimento usado em cada sessão de teste.

5.1 *Setup* utilizado

O *setup* utilizado nas duas condições de jogo foi o seguinte:

- Esteira Ergométrica;
- Televisor localizado à frente dos usuários;
- Notebook executando o Running Wheel;
- Sensores e Arduinos encarregados de capturar os sinais do jogador;

Os participantes correm ou caminham em uma esteira ergométrica modelo *Athletic Advanced 3*. Na próxima seção ela será melhor detalhada.

Na esteira estão acoplados dois Arduinos cada qual com a seguinte tarefa: detecção da velocidade da esteira e monitoramento do ritmo cardíaco do participante.

O ambiente virtual é mostrado em uma TV 42", com uma resolução de 1920x1080. Ela fica posicionada bem à frente da esteira e em uma altura confortável para os usuários, próximo à altura dos olhos.

A aplicação é executada em um Notebook HP Pavilion Dv4 com processador Intel Core i5-M430 2.27GHz, 4GB de memória RAM e sistema Windows 7 Professional 64 bits conectado à TV por um cabo HDMI.

5.2 Interface de locomoção

A esteira ergométrica utilizada era equipada com uma superfície de caminhada de 237 centímetros de comprimento e 40 centímetros de largura. Ela possui uma limitação de velocidade máxima de 12 km/h e de peso máximo de 120 kg.

Os personagens correm sempre em um caminho predefinido, ou seja, o usuário não precisa se preocupar em realizar curvas ou mudar de direção. As animações dos avatares variam de acordo com a velocidade exercida, tanto mudando de forma (e.g. transição de caminhando para correndo) quanto mudando de ritmo (e.g. a animação de uma pessoa correndo a 10km/h é mais rápida do que uma pessoa que está correndo a 8km/h).

A mesma interface de locomoção foi utilizada para os dois modos de jogo, visto que a interação entre o usuário e a aplicação não mudam de acordo com a forma de realizar o experimento.

5.3 Teste de Cooper

A tarefa a ser realizada no modo competitivo era correr ou caminhar durante 12 minutos na esteira ergométrica e fazer com que seu avatar se mantivesse o maior tempo possível à frente de seu oponente. Como visto anteriormente, esse modo possui apenas dois corredores.

No modo colaborativo a tarefa que foi solicitada aos participantes era bem parecida com a realizada na forma competitiva, os voluntários deveriam correr ou caminhar por 12 minutos e acompanhar seus parceiros de grupo. Quanto maior o tempo em que eles ficassem ao lado de seus companheiros no ambiente virtual, melhor.

5.4 Variáveis

Para realizar o experimento foram consideradas as seguintes variáveis dependentes: batimentos cardíacos, distância percorrida, percepção de cansaço (Escala Borg) e a velocidade atingida. As variáveis independentes são: o modo competitivo e o modo colaborativo.

5.5 Métricas

A metodologia utilizada nesse estudo está fortemente baseada na do estudo anterior do Running Wheel (NUNES, 2014). Um exergame pode ter sua efetividade atribuída de acordo com dois importantes fatores (SINCLAIR; HINGSTON; MASEK, 2007). O primeiro está relacionado com a **Eficácia em se exercitar** e o segundo com a **Atratividade**. Levando em consideração o primeiro fator, iremos analisar medidas relacionadas à eficiência do exercício físico, usando os valores dos batimentos cardíacos registrados e percepção de cansaço relatada pelos voluntários. Será analisado também o desempenho da corrida ou caminhada exercida por eles, através da distância total percorrida e de suas velocidades alcançadas.

Para coletar os dados de percepção subjetiva de cansaço foi utilizada a *Escala de Borg*, uma escala numérica utilizada para este fim, que varia de 6 (muito fácil) até 20 (exaustivo) (BORG, 1998), como pode ser visto na Tabela 5.1. Para verificar eventuais variações de cansaço ao longo da sessão, o valor é coletado três vezes. No Apêndice G podemos ver exatamente a tabela mostrada aos participantes.

Tabela 5.1: Escala Borg

Esforço Percebido	Valor
Muito fácil	6
	7
	8
Fácil	9
	10
Relativamente fácil	11
	12
Ligeiramente cansativo	13
	14
Cansativo	15
	16
Muito cansativo	17
	18
Exaustivo	19
	20

Para verificar o desempenho dos participantes, foi escolhido o *Teste de Cooper*, desenvolvido pelo médico e preparador físico Kenneth H. Cooper para verificar a capacidade física de acordo com a distância total percorrida em um período de 12 minutos. O valor é normalizado de acordo com a idade e o sexo, resultando em um valor que varia de 1-*Péssimo* a 5-*Muito Bom* (COOPER, 1968), como pode ser visto na figura 5.1. Visto que todos participantes sempre se

exercitaram por 12 minutos, o teste possibilitou comparar a performance de todos.

Idade		Ótimo	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
13-14	M	2100+ m	1700 - 2099m	1600– 1699 m	1500 – 1599 m	1500- m
	F	2000+ m	1900 – 2000 m	1600 – 1899 m	1500 – 1599 m	1500- m
15-16	M	2800+ m	2500 – 2800 m	2300 – 2499 m	2200 – 2299 m	2200- m
	F	2100+ m	2000 – 2100 m	1700 – 1999 m	1600 – 1699 m	1600- m
17-20	M	3000+ m	2700 – 3000 m	2500 – 2699 m	2300 – 2499 m	2300- m
	F	2300+ m	2100 – 2300 m	1800 – 2099 m	1700 – 1799 m	1700- m
20-29	M	2800+ m	2400 – 2800 m	2200 – 2399 m	1600 – 2199 m	1600- m
	F	2700+ m	2200 – 2700 m	1800 – 2199 m	1500 – 1799 m	1500- m
30-39	M	2700+ m	2300 – 2700 m	1900 – 2299 m	1500 – 1899 m	1500- m
	F	2500+ m	2000 – 2500 m	1700 – 1999 m	1400 – 1699 m	1400- m
40-49	M	2500+ m	2100 – 2500 m	1700 – 2099 m	1400 – 1699 m	1400- m
	F	2300+ m	1900 – 2300 m	1500 – 1899 m	1200 – 1499 m	1200- m
50+	M	2400+ m	2000 – 2400 m	1600 – 1999 m	1300 – 1599 m	1300- m
	F	2200+ m	1700 – 2200 m	1400 – 1699 m	1100 – 1399 m	1100- m

Figura 5.1: Tabela usada para encontrar o desempenho dos voluntários através da realização do teste de Cooper. "M" pessoas do sexo masculino e "F" feminino. Fonte:(WIKIPÉDIA, 2014).

O segundo fator está relacionado à *Atratividade* do exergame, para verificá-la em nosso experimento duas métricas complementares foram estudadas. A primeira é uma pesquisa qualitativa realizada por aplicação de questionários aos nossos voluntários, devidamente divididos por modo de jogo. A segunda métrica é quantitativa, utiliza a quantidade de votos que cada jogo recebeu como preferido ao final do experimento.

Os questionários possuíam questões sobre os fatores motivacionais presentes em cada modo de jogo, tais como: identificação com o avatar, mensagens de texto, visualização das informações do jogador e de seus companheiros (e.g. ritmo cardíaco, velocidade, distância percorrida), visualização do tempo decorrido, entre outras características. Foi utilizada a escala

Likert de 5 pontos, onde 1-total discordância, 3-neutro e por fim 5-total concordância (LIKERT, 1932). Eles eram sempre aplicados ao fim de cada sessão.

Na última sessão foi solicitado a cada usuário escolher o modo de jogo que lhe agradou mais.

5.6 Participantes

Os participantes foram convidados através da lista de e-mails da Graduação, Mestrado e Doutorado do Instituto de Informática da UFRGS, redes sociais e também pessoalmente. Na mensagem enviada era explicado o experimento e possuía um convite em anexo que pode ser visto na imagem 5.2. Participaram em pelo menos uma sessão 15 pessoas, porém somente 12 (7 homens e 5 mulheres) compareceram até o fim, idade variando de 20 a 53 anos ($\bar{x} = 34$ e $\sigma = 12.5$). Lembrando que estávamos procurando por pessoas sem o hábito de correr. Os horários e dias eram marcados de acordo com a disponibilidade dos participantes. Era sugerido a cada voluntário formar grupos de três pessoas, pensando no modo colaborativo. Como formas de incentivo a comparecer em três sessões foram oferecidos dois tipos de brinde: chocolates e participação em um sorteio que premiaria o vencedor com uma inscrição em uma corrida de rua de Porto Alegre (cidade onde o experimento ocorreu).



Figura 5.2: Imagem anexada à mensagem enviada aos convidados do experimento.

5.7 Protocolo de testes

O experimento se estendeu por três sessões e os voluntários foram divididos em dois grandes grupos. Na primeira sessão os dois grupos fizeram o *baseline*, com o propósito de somente coletar os dados de velocidade, batimentos cardíacos por minuto e distância percorrida para usá-los nas sessões que viriam a seguir. Na segunda e terceira sessões, foram testados os modos competitivo e colaborativo, enquanto no segundo encontro um grupo testava a forma competitiva o outro grupo testava a forma colaborativa. No terceiro encontro os modos foram invertidos entre os grupos.

Antes do primeiro encontro foi sugerido a cada participante se apresentar aos testes com roupas adequadas para prática de esporte. Também antes de realizar a primeira sessão – com o intuito de dividir os participantes em grupos –, eles responderam um pré-questionário de anamnese (visto no Apêndice A), onde eram feitas perguntas gerais, como nome, faixa etária, a frequência que realizava caminhada ou corrida, distância que corria ou caminhava normalmente, o tempo gasto em corrida ou caminhada, faixa de velocidade que desempenha quando caminha ou corre, o quanto se considerava competitivo no dia a dia, o quão engajado em metas de grupo se considerava no dia a dia, se corria ou caminhava com algum parceiro, se gostaria de convidar esse parceiro para o experimento, se preferia caminhar ou correr em uma esteira ou na rua, quais eram as motivações para realizar um exercício físico (i.e. saúde, estética, diversão, competição) e, por fim, se alguma sessão de caminhada ou corrida já havia sido cancelada, se sim, qual o motivo.

No primeiro encontro foi apresentada aos voluntários uma visão geral do experimento. Antes de mostrar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (apresentado no Apêndice F), foi realizada uma medição de pressão arterial para verificar se o exercício físico poderia ser feito de maneira segura. Pessoas com quadro hipertensivo (pressão arterial acima de 140 por 90 mmHg) foram restringidas. Em seguida foi pedido ao usuário que lesse e, se de acordo, assinasse o TCLE. Logo após foi mostrada e explicada a interface de locomoção usada nos testes. Os jogadores realizaram seu exercício físico visualizando apenas suas informações de velocidade, batimentos cardíacos, distância percorrida, tempo decorrido e mensagens motivacionais.

Os voluntários foram instruídos a caminhar ou correr o máximo que conseguissem de acordo com suas limitações físicas, lembrando que o Teste de Cooper visa alcançar a máxima distância percorrida em 12 minutos. A velocidade da esteira estava a todo o momento no controle do jogador, podendo aumentar ou diminuir o ritmo quando quisesse e também podendo desistir do experimento caso julgasse necessário. Após um período de aquecimento na esteira,

visando encontrar uma velocidade confortável para começar o experimento. Os 12 minutos só começavam a contar quando o voluntário desse o comando de partida. Aos 4, 8 e 12 minutos era mostrada a Escala Borg para que o jogador nos informasse o valor de cansaço percebido por ele naquele instante.

Ao fim da sessão foi aplicado um pós-questionário (visto no Apêndice B), onde eram feitas perguntas relacionadas aos fatores motivacionais do sistema, como visualização das informações, tempo e mensagens motivacionais.

Os participantes se dividiram em 4 pequenos grupos de 3 participantes cada, visando o modo colaborativo. Ou seja, 2 subgrupos iriam testar o competitivo e 2 subgrupos iriam testar o colaborativo em um primeiro momento e em um segundo momento os pequenos grupos iriam testar o outro modo. Os subgrupos foram alocados de forma aleatória em cada grupo maior.

As sessões seguintes ocorreram de forma semelhante, porém não foi preciso apresentar o TCLE e aplicar um pré-questionário. As instruções de cada modo também foram um pouco diferentes. No modo competitivo os participantes teriam que escolher um oponente conhecido, tendo como opções outros voluntários. A escolha do adversário foi baseada na seguinte afirmação do estudo anterior:

"Durante o experimento notou-se que entre participantes que se conheciam mutuamente, surgiu um forte sentimento de competição." (NUNES, 2014)

No segundo encontro os voluntários escolheram um dos seis modelos de avatares e foi apresentado a eles o *ranking* da primeira sessão. Além das instruções ditas no primeiro encontro, no modo competitivo foram instruídos a tentar se manter o máximo possível de tempo a frente de seu oponente durante os 12 minutos de Teste. Já no modo colaborativo eles deveriam tentar manter-se próximo de seus parceiros de corrida o máximo que conseguissem durante o mesmo período de tempo.

Os questionários aplicados a cada sessão diferenciavam-se de acordo com o modo de jogo. No modo competitivo o enfoque eram nas características competitivas apresentadas no Running Wheel, como a disposição dos avatares na tela (i.e. ultrapassar e ser ultrapassado), o questionário pode ser visto no Apêndice C. O questionário aplicado ao fim do teste do modo colaborativo tinha enfoque nas características colaborativas do jogo, tais como: percepção de engajamento para completar o objetivo do grupo, entre outras., visto no Apêndice D. Em todos os questionários havia um campo para enviar sugestões.

Na última sessão foi apresentado um questionário extra, no qual perguntava qual o modo de jogo preferido e o que cada um dos voluntários mudaria no jogo.

Abaixo, na figura 5.3 pode ser visto dois voluntários, na esquerda o modo competitivo sendo testado e na direita o colaborativo.



Figura 5.3: Voluntários testando os modos competitivo e colaborativo.

6 RESULTADOS

Este capítulo mostrará os resultados encontrados ao fim do experimento que seguiram a metodologia descrita no capítulo 5. O capítulo será organizado em duas seções: a seção 6.1 contempla a avaliação do sistema feita com usuários, a subseção 6.1.1 apresentará a avaliação objetiva, ilustrando os resultados obtidos com gráficos, já na subseção 6.1.2 serão vistas as impressões e sugestões dos voluntários. Na seção 6.2 os resultados obtidos serão discutidos.

6.1 Avaliação com usuários

Os participantes, em grande maioria (8 pessoas), responderam correr ou caminhar menos de uma vez por semana, fator este que acabou indo ao encontro do nosso desejo de aplicar o experimento em pessoas com um perfil mais sedentário, como visto na definição dos participantes no capítulo 5. Estes resultados mostrados na figura 6.1 à esquerda. Com relação à distância percorrida normalmente, no máximo alcançam 8km, com grande parte se enquadrando na faixa de *menos de 3km*. Oito pessoas disseram não ter um companheiro de caminhada e/ou corrida e exceto dois participantes preferem realizar sua caminhada/corrída em uma esteira, o resto escolheu a prática da atividade na rua, como pode ser visto à esquerda da figura 6.1. Foi perguntado aos participantes o quanto eles eram competitivos e engajados em metas de grupos no dia a dia, todos se declararam, no mínimo, como competitivos. A principal motivação para correr ou caminhar dos nossos participantes é a Saúde, 9 deles escolheram esta opção. Por fim a principal causa de cancelar alguma sessão de corrida ou caminhada foi atribuída ao mau tempo. Com esta última informação coletada pode ser percebido o quão importante um exergame pode ser, permitindo que pessoas não deixem de se exercitar mesmo em um dia chuvoso, quente, muito frio por exemplo.

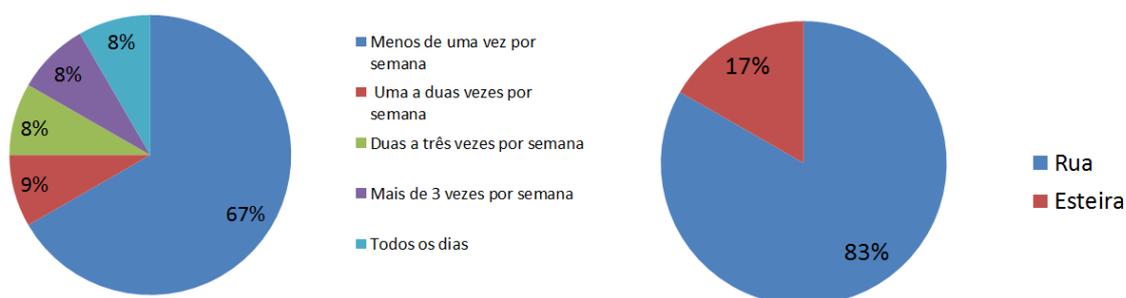


Figura 6.1: À esquerda a frequência de prática de exercícios dos voluntários; à direita a preferência pelo local de praticar caminhada ou corrida.

6.1.1 Avaliação objetiva

Ao final da última sessão foi perguntado aos voluntários qual o modo de jogo agradou mais. Com 6 votos para cada modo não foi possível concluir qual deles foi o preferido.

Ao fim de cada sessão, pós-questionários eram aplicados com diversas questões sobre os modos de jogo recém experimentados. Uma das perguntas mais importantes era a que pedia para o usuário avaliar o quão motivacional ele havia considerado aquela forma de jogar. A resposta se dava de acordo com a escala de Likert, variando de 1- *Nenhum pouco motivacional* até 5- *Muito motivacional*. Os resultados são mostrados na figura 6.2. Foi observado que o modo colaborativo nunca teve uma avaliação menor que *Motivacional* e que no geral o modo competitivo foi avaliado como um pouco menos motivacional. Com isso podemos notar que a forma colaborativa de jogar teve uma influência maior no estímulo dos voluntários de acordo com suas percepções.

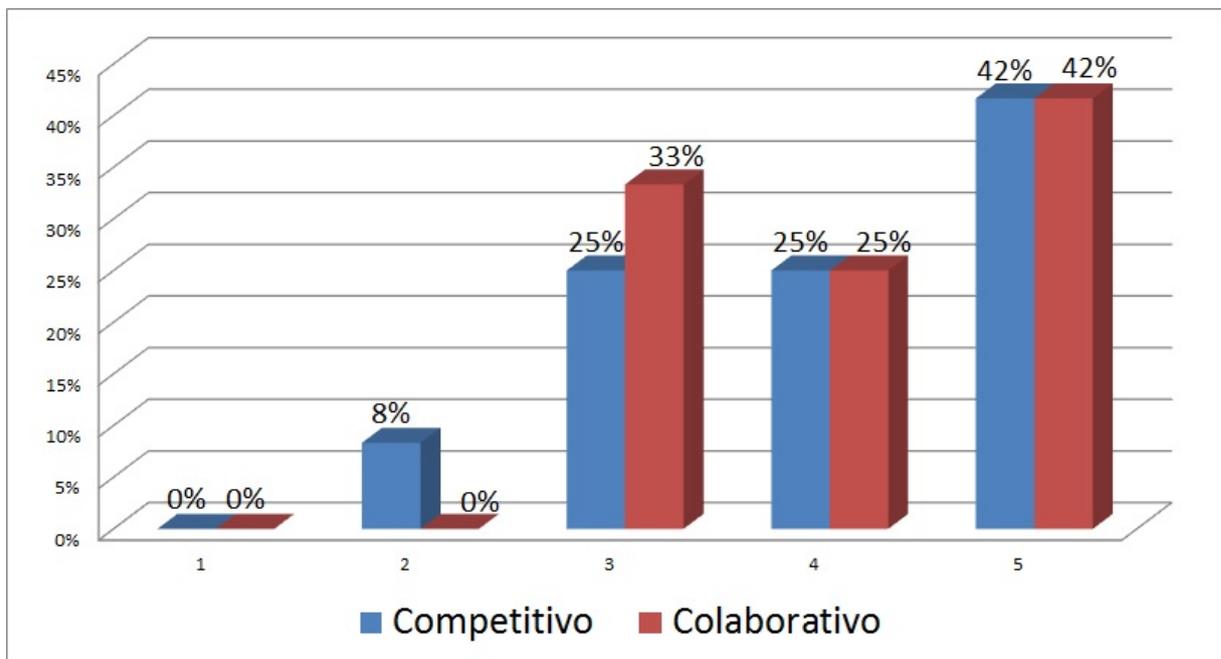


Figura 6.2: Percepção do quanto cada modo foi motivacional.

A fim de verificar a influência do exergame nos voluntários, foi perguntado no questionário de *anamnese* o quanto eles se consideravam competitivos e engajados em metas de grupo no dia a dia, essas mesmas questões foram apresentadas ao fim das sessões do modo competitivo e colaborativo, respectivamente. Com as respostas obtidas ao fim dos encontros pôde ser feita uma comparação com as respostas iniciais, o resultado pode ser visto nas figuras 6.3 e 6.4.

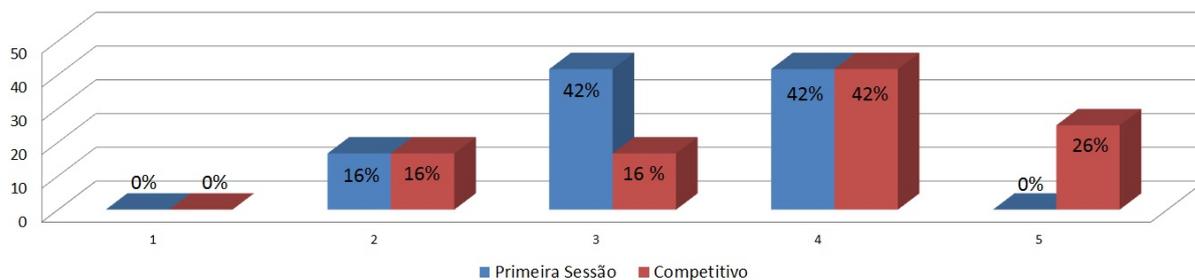


Figura 6.3: Nível da competitividade autodeclarada antes e depois de experimentar o modo competitivo.

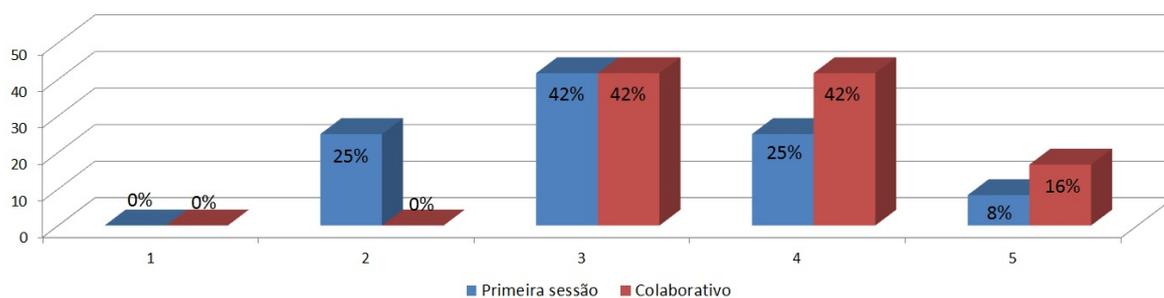


Figura 6.4: Nível do engajamento autodeclarado em metas de grupo antes e depois de experimentar o modo colaborativo.

Em ambos os modos é notável a influência do sistema nos voluntários. Houve variação de nível de competitividade e engajamento percebido pelos voluntários e sempre variando para um nível mais intenso.

Para verificar se existe diferença de desempenho entre os dois modos, foram avaliados os batimentos cardíacos, velocidades alcançadas, distâncias percorridas e nível de cansaço percebido dos participantes. Para realizar a análise dos dados foi aplicada ANOVA One-Way para verificar a variância e averiguar se existe diferença entre os grupos competitivo e colaborativo. Apenas foi encontrada uma diferença significativa ($p < 0,01$) entre os grupos, na análise das velocidades atingidas no percurso ao longo das sessões. O grupo competitivo obteve uma média cerca de 7,9% maior que a do grupo colaborativo, como pode ser visto na figura 6.5

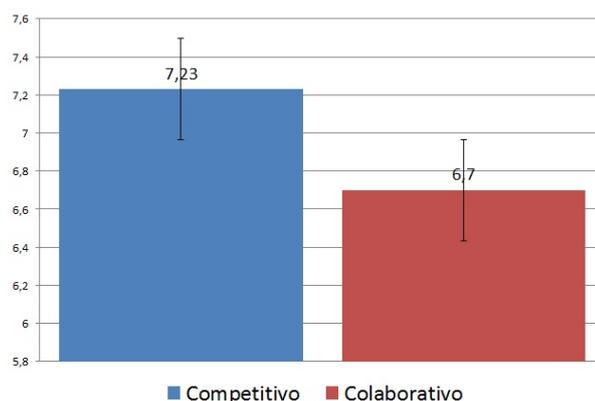


Figura 6.5: Média dos valores de velocidade (km/h) obtidos em todas as sessões de cada modo.

Na averiguação dos outros parâmetros (i.e. batimentos cardíacos, distâncias percorridas e percepção de cansaço) não foi encontrada uma diferença significativa entre os grupos. A média das distâncias alcançadas e dos batimentos cardíacos podem ser verificadas na figura 6.6 e na figura 6.7. Avaliando a percepção de cansaço – coletada dos usuários pela Escala Borg – chegamos a $\bar{x} = 13,02$ para as sessões colaborativas e $\bar{x} = 13,53$ para as competitivas.

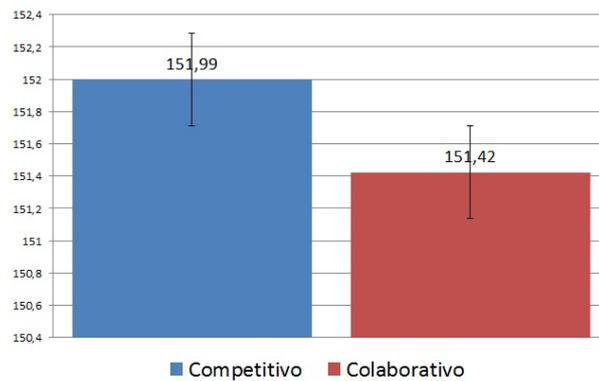


Figura 6.6: Média dos batimentos cardíacos coletadas nos dois encontros.

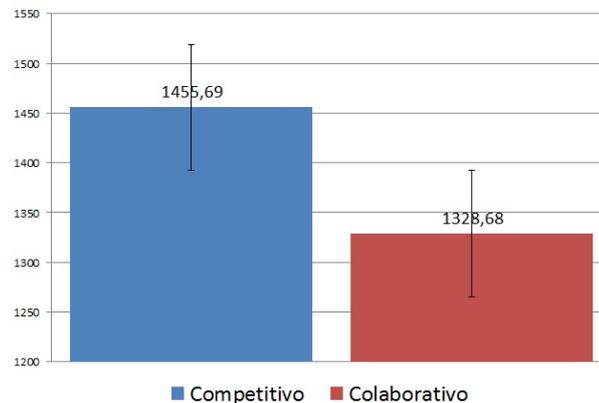


Figura 6.7: Média das distâncias totais percorridas ao longo das duas sessões.

6.1.2 Avaliação subjetiva

Esta avaliação foi feita de acordo com as impressões dos usuários e pelas sugestões feitas nos questionários aplicados ao fim de cada encontro. Foi atribuído a cada participante um identificador aleatório, com intuito de manter a privacidade dos voluntários, que varia V1 até V12.

As mensagens motivacionais foram consideradas tão importantes que até no *baseline* foram destacadas: "*Só as mensagens de texto já me motivaram bastante*" (V3), "*A cada instante que as mensagens apareciam me motivavam mais*" (V11), porém receberam algumas críticas também: "*As mensagens podem ter mais destaques quanto a visualização tipo cor e tamanho*"

(V1) e *"A mensagem que diz que o participante está quase no meio da corrida está errada e deveria ser retirada"* (V5), esta última refere-se a mensagem de "Você já está quase na metade da corrida" disparada ao chegar no primeiro quarto de tempo decorrido. Uma comparação entre os artifícios motivacionais usados foi feita também: *"As mensagens de texto motivacionais nem sempre me motivavam tanto quanto ser ultrapassado ou ultrapassar algum dos outros membros do grupo"* (V7) e uma sugestão: *"Mensagens de texto personalizadas, que pudesse enviar a outro jogador (como provocação, por exemplo)"* (V7).

Sobre as informações na tela (i.e. distância, batimentos cardíaco e velocidade) foram obtidas as seguintes impressões: *"Gostei muito de acompanhar meus dados na tela"* (V10), *"Acompanhar minha velocidade e meus batimentos cardíacos foram muito interessantes para ter noção do meu desempenho e esforço"* (V11), *"O texto com o nome dos companheiros de corrida foi importante para identificar quem estava no meu grupo"* (V7). Algumas sugestões relevantes foram dadas, tais como: *"Para quem corre para perder peso, seria bom mostrar aproximadamente quantas calorias foram queimadas"* (V4), *"Gostaria de ver também a distância percorrida pelo meu parceiro"* (V5), lembrando que somente a distância do usuário foi mostrada. Foi sugerido também: *"Ocultar a velocidade do adversário [...]"* (V6), devido ao fato dos avatares serem posicionados de acordo com a zona de treinamento, houve situações em que o personagem que estava desempenhando uma velocidade menor, porém estava tendo um esforço maior, acabava por ficar à frente do jogador, isso incomodou esse participante.

Algumas reações sobre a primeira sessão após o *baseline*, quando o cenário e avatares foram introduzidos: *"É muito legal isso aqui"* (V8), *"Poderia fazer exercício assim sempre"* (V2), *"Se tivesse um sistema assim na academia seria muito legal"* (V9), *"Tendo uma imagem dá um estímulo"* (V12), *"Muito melhor com uma paisagem"* (V5).

Sobre o cenário em especial os voluntários ressaltaram: *"O cenário do jogo me motivou bastante, as árvores e montanhas distraem e ajudam [...]"* (V7), *"O cenário deu uma sensação de estar realmente naquele ambiente"* (V10). Algumas sugestões também foram dadas: *"[...] Sugiro mais opções ou uma variação maior, por exemplo, levando em consideração quanto tempo falta para acabar a sessão"* (V7), *"Gostaria de correr em outros cenários também, como praias por exemplo"* (V2). E por fim uma reclamação em relação ao formato do percurso: *"O movimento circular do percurso me incomodou um pouco"* (V6).

Sobre o avatar podemos destacar as seguintes observações: *"Meu personagem parecia bastante real, consegui me identificar nele"* (V7), *"O movimento do personagem está bem de acordo com o meu"*. Essas afirmações mostram que a idéia de usar um avatar para aumentar a imersão no jogo funcionou. Tanto o cenário quanto os avatares alcançaram o objetivo de deixar

os jogadores imersos no exergame, visto que este é um fator-chave para atrair jogadores (JIN, 2009). Foi interessante notar também os voluntários referenciando os avatares por nome, por exemplo: "*VI eu vou passar por você*" (V2) ou "*Não corre não que eu vou te alcançar V4*" (V3).

Algumas considerações sobre o modo competitivo: "*Percebi que sou mais competitivo após a sessão*" (V2), evidenciando um caso de mudança da autopercepção de competitividade já discutida na subseção 6.1.1. Ainda sobre o modo competitivo: "*O modo competitivo me fez querer sempre ficar na frente do meu oponente*" (V11), "*Gostei muito de ultrapassar meu oponente*" (V1). Sobre a escolha de parceiro foi ressaltado: "*Gostei bastante de poder selecionar meu competidor*" (V7), reforçando a idéia de que é interessante escolher alguém conhecido para correr ou caminhar contra.

E sobre o modo colaborativo: "*Muito interessante e motivacional correr em grupo mantendo a proximidade com os companheiros de corrida dentro do seu ritmo pessoal. Muito Bom mesmo!*" (V1).

Sobre a velocidade foram feitas algumas críticas: "*Imprecisão da velocidade influenciou pois quando estava mais rápido o jogo não registrava.*" (V7) e "*Velocidade parecia um pouco descalibrada*" (V6).

Houve algumas reclamações sobre o sistema de equalização e posicionamento dos avatares: "*A representação espacial dos jogadores levou em conta as zonas de treinamento o que não necessariamente representava meu desejo de aumentar a velocidade [...] Enquanto ambos estávamos à mesma velocidade ele apareceu à frente muito embora meu ritmo cardíaco estivesse menor do que o dele, ou seja, o sistema de posicionamento beneficia corredores com menos treinamento.*" (V7), extremamente interessante essa observação, visto que pessoas com despreparo físico alcançarão um ritmo cardíaco mais alto do que aqueles que têm um preparo físico melhor (AUBERT; SEPS; BECKERS, 2003). Algumas sugestões para realizar o posicionamento dos avatares de outra forma: "*[...] gostaria que ele fosse posicionado segundo sua distância ao invés da zona de treinamento.*" (V7) e "*Simular por velocidade*" (V2).

Sobre a limitação da esteira foi registrada apenas uma crítica: "*[...] Devido à limitação da esteira só consegui chegar a 10km/h enquanto que poderia facilmente ter ido mais rápido e ultrapassado meu competidor virtual [...]*"

A característica mais desejada para próximas implementações, segundo os participantes do experimento, é a adição de sons, sugerido por 7 de 12 deles.

6.2 Discussão

Os voluntários participaram de uma votação na última sessão com o objetivo de escolher o modo de jogo preferido, infelizmente o resultado foi um empate, desta forma não é possível aferir um favorito. Porém, na avaliação subjetiva pode ser percebida uma pequena preferência pelo modo competitivo, devido ao fato do mesmo ter recebido mais reações e opiniões positivas do que o outro modo.

Com o objetivo de provar a nossa hipótese (diferença de desempenho entre os modos) analisamos os dados referentes a eficiência do exercício (i.e. distância percorrida, velocidade atingida, ritmo cardíaco e percepção de cansaço). Analisando a velocidade com a ANOVA One-Way, verificamos que existe uma diferença significativa entre os dois grupos ($p < 0,01$), o grupo competitivo alcançou uma velocidade de cerca 7,9% maior que a do grupo colaborativo, o que indica que os participantes se esforçaram mais para competir do que para colaborar. Com este resultado a hipótese principal deste trabalho pôde ser provada.

Os outros dados analisados não permitiram verificar uma diferença significativa entre os grupos. Podemos levar em conta que cada participante marcou seus horários de testes e isso pode ter afetado o desempenho de acordo com o turno escolhido, por exemplo pessoas podem ter um desempenho melhor se exercitando à tarde. O período de teste foi de aproximadamente uma semana e meia, isso levou com que usuários marcassem sessões em dias seguidos, o que também pode ter acarretado um desempenho pior devido ao cansaço acumulado. É sugerida uma amostra maior em experimentos futuros para que resultados mais significantes sejam atingidos. A troca de esteira também é algo para se considerar, visto que muitos participantes chegaram facilmente ao limite dela, o que acaba prejudicando o Teste de Cooper, visto que o objetivo dele é correr ou caminhar o máximo que se conseguir em 12 minutos.

Apesar do sensor da esteira ter sido trocado do experimento anterior do Running Wheel, como explicado no capítulo 4, a calibragem da velocidade recebida do Arduino deverá ser feita de uma forma melhor. A placa que captura os batimentos cardíacos deve ser disponibilizada de uma forma mais robusta, deixando seus fios e contatos mais protegidos do ambiente externo.

Modelos de avatares diferentes deverão ser considerados em implementações futuras também, algo que possibilite ao jogador se identificar ainda mais com o personagem virtual, algo como uma aplicação de customização de avatares, podendo escolher cor de pele, cabelo, olhos; altura, peso, entre outras características.

Foi interessante perceber também que os fatores motivacionais agem de forma diferente em cada um dos participantes. Alguns consideraram as mensagens motivacionais importantes,

outros nem as perceberam. Uma pequena parte não gostou do cenário em forma circular, enquanto as outras nem incomodadas se sentiram. Ou seja, o que motiva uma pessoa pode não motivar a outra, por isso é importante ter características motivacionais bem diversificadas no jogo.

7 CONCLUSÃO

Como visto na motivação, sabemos que existem pessoas com perfil mais competitivo que tendem a se motivar somente pelo fato de tentar ser melhor que outra pessoa em alguma determinada tarefa, porém uma parcela da população pode estar fora desse grupo exemplificado, essas são as pessoas com um perfil mais colaborativo. Tendo em vista esses dois tipos de pessoas, o modo colaborativo do Running Wheel foi criado para atrair tanto pessoas que querem ganhar uma corrida dos seus amigos quanto pessoas que querem apenas correr ao lado de seus parceiros de exercício.

No capítulo 2 foi dada uma visão geral da área, abrangendo tanto trabalhos acadêmicos quanto produtos comerciais. Foi visto que os exergames já existem desde a década de 80, porém o grande "boom" foi com o *Dance Dance Revolution*, um exergame de dança. Foi falado sobre o primeiro Running Wheel, que envolvia somente o modo *singleplayer* e *multiplayer* competitivo e que foi base para este trabalho.

O Running Wheel foi detalhado no capítulo 3, primeiramente foi dada uma visão geral do sistema, elencando todas as características motivacionais presentes nos dois modos de jogo. Depois foi explicada a equalização de jogadores que foi aplicada no sistema. Por fim os modos competitivo e colaborativo foram detalhados, levando em consideração suas particularidades.

A implementação do sistema foi contemplada no capítulo 4.2. Primeiramente foram discutidas as mudanças que ocorreram neste projeto em relação ao anterior. Em seguida foi falado sobre os dispositivos usados para captura de dados, programa que recebe estes, trata-os e os envia para a *game engine*, que realiza a renderização do jogo.

O sistema foi avaliado de acordo com a metodologia apresentada no capítulo 5, procurando encontrar diferenças significativas entre os dois modos de jogo.

Com os resultados encontrados foi possível observar o poder de um exergame, pessoas mudaram suas percepções de quão competitivas e engajadas em metas de grupos eram após experimentar o modo competitivo e colaborativo, respectivamente. Foi comprovado que existe diferença de desempenho entre os modos pela análise das velocidades obtidas, e com isso a hipótese principal deste trabalho foi provada. Entretanto, seria interessante em estudos futuros obter uma diferença significativa usando outros parâmetros, como batimento cardíaco, percepção de cansaço e distância percorrida.

Como trabalhos futuros, novas implementações devem aprimorar o modo colaborativo, tendo como foco maior a socialização entre os jogadores (e.g. mensagens personalizadas). Seria interessante o uso de duas esteiras no experimento, para que os jogadores estivessem no

mesmo ambiente enquanto jogassem, como o experimento do exergame Swan Boat foi conduzido (AHN et al., 2009). O fato dos usuários estarem em um mesmo local pode ser uma forma de estímulo diferente.

Seria importante melhorar a calibragem da velocidade recebida na esteira, para que a variação da mesma seja mais coerente e não atrapalhe os jogadores.

Adição de sons ao jogo se mostrou a característica mais solicitada pelos voluntários, é fortemente sugerido a inserção de sons ao ambiente virtual. Seria interessante o usuário ter a possibilidade de criar uma *playlist* com suas músicas preferidas ou até mesmo selecionar sons que combinem com o cenário (e.g. se o ambiente for um campo, o som de pássaros seria agradável).

Criação de mais modelos de avatares, permitindo que os jogadores customizem o seu personagem. Criar uma aplicação onde cada usuário escolha as principais características para ele, tais como: cor dos olhos, cor do cabelo, cor de pele, altura, peso, roupa, entre outras.

Por fim, inserção de mais personagens poderia deixar o sistema mais motivacional, criando mais oponentes para correr ou caminhar contra no modo competitivo e para praticar o exercício ao lado de vários parceiros.

REFERÊNCIAS

- AHN, M. et al. Swan boat: Pervasive social game to enhance treadmill running. In: **Proceedings of the 17th ACM International Conference on Multimedia**. New York, NY, USA: ACM, 2009. (MM '09), p. 997–998. ISBN 978-1-60558-608-3. Available from Internet: <<http://doi.acm.org/10.1145/1631272.1631487>>.
- AUBERT, A. E.; SEPS, B.; BECKERS, F. Heart rate variability in athletes. **Sports medicine**, Springer, v. 33, n. 12, p. 889–919, 2003.
- BORG, G. **Borg's perceived exertion and pain scales**. [S.l.]: Human kinetics, 1998.
- COOPER, K. H. A means of assessing maximal oxygen intake: correlation between field and treadmill testing. **Jama**, American Medical Association, v. 203, n. 3, p. 201–204, 1968.
- EDWARDS, S. The heart rate monitor book. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, LWW, v. 26, n. 5, p. 647, 1994.
- JIN, S.-A. A. Avatars mirroring the actual self versus projecting the ideal self: The effects of self-priming on interactivity and immersion in an exergame, wii fit. **CyberPsychology & Behavior**, Mary Ann Liebert, Inc. 140 Huguenot Street, 3rd Floor New Rochelle, NY 10801 USA, v. 12, n. 6, p. 761–765, 2009.
- JOHNSON, J. From atari joyboard to wii fit: 25 years of "exergaming". 2008. Available from Internet: <<http://gadgets.boingboing.net/2008/05/15/from-atari-joyboard.html>>.
- LIKERT, R. A technique for the measurement of attitudes. **Archives of psychology**, 1932.
- LYONS, E. J. et al. Energy expenditure and enjoyment during video game play: differences by game type. **Medicine and science in sports and exercise**, NIH Public Access, v. 43, n. 10, p. 1987, 2011.
- MACGONIGAL, J. Video games: An hour a day is key to success in life. 2011. Available from Internet: <http://www.huffingtonpost.com/jane-mcgonigal/video-games_b_823208.html>.
- MADDISON, R. et al. Feasibility, design and conduct of a pragmatic randomized controlled trial to reduce overweight and obesity in children: the electronic games to aid motivation to exercise (egame) study. **BMC public health**, BioMed Central Ltd, v. 9, n. 1, p. 146, 2009.
- MUELLER, F. F.; GIBBS, M. R.; VETERE, F. Taxonomy of exertion games. In: **Proceedings of the 20th Australasian Conference on Computer-Human Interaction: Designing for Habitus and Habitat**. New York, NY, USA: ACM, 2008. (OZCHI '08), p. 263–266. ISBN 0-9803063-4-5. Available from Internet: <<http://doi.acm.org/10.1145/1517744.1517772>>.
- NUNES, M. B. Running wheel: proposta e análise de um exergame motivacional para corrida. 2014.
- PENG, W.; LIN, J.-H.; CROUSE, J. Is playing exergames really exercising? a meta-analysis of energy expenditure in active video games. **Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking**, Mary Ann Liebert, Inc. 140 Huguenot Street, 3rd Floor New Rochelle, NY 10801 USA, v. 14, n. 11, p. 681–688, 2011.

SALMON, J. et al. Reducing sedentary behaviour and increasing physical activity among 10-year-old children: overview and process evaluation of the ‘switch-play’ intervention. **Health promotion international**, Oxford Univ Press, v. 20, n. 1, p. 7–17, 2005.

SINCLAIR, J.; HINGSTON, P.; MASEK, M. Considerations for the design of exergames. In: **Proceedings of the 5th International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques in Australia and Southeast Asia**. New York, NY, USA: ACM, 2007. (GRAPHITE '07), p. 289–295. ISBN 978-1-59593-912-8. Available from Internet: <<http://doi.acm.org/10.1145/1321261.1321313>>.

WANG, A. I.; ØFSDAHL, T.; MØRCH-STORSTEIN, O. K. **Collaborative Learning Through Games – Characteristics, Model, and Taxonomy**. 2009.

WANG, V.; SALIM, F.; MOSKOVITS, P. The websocket api. In: **The Definitive Guide to HTML5 WebSocket**. [S.l.]: Springer, 2013. p. 13–32.

WANG, X.; PERRY, A. C. Metabolic and physiologic responses to video game play in 7-to 10-year-old boys. **Archives of Pediatrics & adolescent medicine**, American Medical Association, v. 160, n. 4, p. 411–415, 2006.

WIKIPÉDIA. **Teste de Cooper — Wikipédia, a enciclopédia livre**. 2014. [Online; accessed 5-julho-2015]. Available from Internet: <https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Teste_de_Cooper&oldid=40247076>.

APÊNDICE A — QUESTIONÁRIO DE ANAMNESE

Projeto Running Wheel - Competitivo vs Colaborativo

Running Wheel é um exergame que captura a velocidade da esteira e os batimentos cardíacos do corredor mapeando-os para o ambiente virtual. Teremos 3 sessões, em cada uma o participante correrá ou caminhará por 12 minutos, na primeira apenas coletaremos os dados de velocidade, batimento cardíaco e distância para termos uma base para as próximas sessões. Nos dois seguintes encontros, testaremos o modo colaborativo e o modo competitivo. Na forma competitiva de jogar o voluntário poderá escolher o seu oponente e correr ou caminhar contra ele, já na forma colaborativa poderá escolher 2 amigos e correr ou caminhar em conjunto deles, nessa forma é mais interessante trabalhar em conjunto de pessoas conhecidas, então é sugerido ao voluntário convidar dois amigos, lembrando que deve ser marcado um horário para cada voluntário. As sessões de testes começarão a partir de 17/06/2015 e serão marcadas de acordo com a disponibilidade dos participantes.

* Required

Nome completo *

E-mail *

Qual a sua faixa etária? *

Com que frequência você pratica caminhada ou corrida? *

- Menos de uma vez por semana
- Uma a duas vezes por semana
- Duas a três vezes por semana
- Mais de 3 vezes por semana
- Todos os dias

Qual a distância que você caminha ou corre normalmente? *

- Menos de 3km
- Entre 3km e 5km
- Entre 5km e 8km
- Entre 8km e 10km
- Mais de 10km

Quanto tempo você caminha ou corre? *

- Até 10 minutos
- De 10 à 15 minutos
- De 15 à 30 minutos
- De 30 à 45 minutos
- Mais de 45 minutos

Em qual a faixa de velocidade que costuma correr? *

- 1-3 km/h
- 3-5 km/h
- 5-8 km/h
- 8-10km/h

Você tem algum parceiro(a) de caminhada ou corrida? *

- Sim
 Não

Se tem algum parceiro, gostaria de convidá-lo para o experimento?

- Sim
 Não

O quão competitivo você se considera no dia-a-dia? *

- Nenhum pouco competitivo
 Pouco competitivo
 Competitivo
 Muito competitivo
 Extremamente competitivo

O quão engajado em metas de grupos você se considera no dia-a-dia? *

- Nenhum pouco engajado
 Pouco engajado
 Engajado
 Muito engajado
 Extremamente engajado

Você prefere fazer uma caminhada ou corrida na esteira ou na rua? *

- Esteira
 Rua

Qual sua motivação para se exercitar? *

- Participo de um grupo de caminhada/corrída
 Motivo de saúde
 Por diversão
 Motivos estéticos
 Para participar de competições
 Other:

Você já deixou de realizar uma sessão de caminhada ou corrida que tinha planejada? Se sim, por quê?

- Nunca deixei de praticar
 Ausência de um parceiro de caminhada/corrída
 Mau tempo (chuva, frio ou calor muito intenso)
 Compromisso inesperado
 Desmotivação por qualquer motivo
 Other:

Submit

Never submit passwords through Google Forms.

100%: You made it.

APÊNDICE B — QUESTIONÁRIO BASELINE

Projeto Running Wheel - Baseline

Questionário feito após a sessão base.

* Required

Nome completo *

Avalie a influência motivacional do sistema no seu desempenho durante a sessão *

- Nenhum pouco motivacional
- Pouco motivacional
- Motivacional
- Bastante motivacional
- Muito motivacional

Avalia sua dificuldade para completar o teste *

- Muito difícil
- Difícil
- Médio
- Fácil
- Muito fácil

Avalie a importância de visualizar a velocidade que você estava desempenhando *

- Nenhum pouco importante
- Pouco importante
- Médio
- Importante
- Muito importante

Avalie a importância de visualizar seu ritmo cardíaco *

- Nenhum pouco importante
- Pouco importante
- Médio
- Importante
- Muito importante

Avalie a importância de visualizar a distância que você percorreu *

- Nenhum pouco importante
- Pouco importante
- Médio
- Importante
- Muito importante

Avalie a importância de visualizar o tempo decorrido da sessão *

- Nenhum pouco importante
- Pouco importante
- Médio
- Importante
- Muito importante

Avalie a importância das mensagens de texto apresentadas durante a corrida *

- Nenhum pouco importante
- Pouco importante
- Médio
- Importante
- Muito importante

Outras sugestões ou comentários do sistema

Submit

Never submit passwords through Google Forms.



100%. You made it.

Powered by
 Google Forms

This content is neither created nor endorsed by Google.
[Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Additional Terms](#)

APÊNDICE C — QUESTIONÁRIO MODO COMPETITIVO

Projeto Running Wheel - Competitivo

* Required

Nome completo *

Você sempre soube durante toda a corrida quem era seu parceiro? *

- Sim
- Não

Avalie sua dificuldade para completar o teste *

- Muito difícil
- Difícil
- Médio
- Fácil
- Muito fácil

O quão competitivo você se sentiu ao disputar o jogo? *

- Nenhum pouco competitivo
- Pouco competitivo
- Competitivo
- Bastante competitivo
- Muito competitivo

Avalie a influência motivacional do sistema no seu desempenho durante a sessão *

- Nenhum pouco motivacional
- Pouco motivacional
- Motivacional
- Bastante motivacional
- Muito motivacional

Avalie a importância de visualizar a velocidade que você estava desempenhando *

- Nenhum pouco importante
- Pouco importante
- Indiferente
- Importante
- Muito importante

Avalie a importância de visualizar seu ritmo cardíaco *

- Nenhum pouco importante
- Pouco importante
- Indiferente
- Importante
- Muito importante

Avalie a importância de visualizar a distância que você percorreu *

- Nenhum pouco importante
- Pouco importante
- Indiferente
- Importante
- Muito importante

Avalie a importância das mensagens de texto apresentadas durante a corrida *

- Nenhum pouco importante
- Pouco importante
- Indiferente
- Importante
- Muito importante

Avalie a importância de visualizar a velocidade do seu adversário durante a corrida *

- Nenhum pouco importante
- Pouco importante
- Indiferente
- Importante
- Muito importante

Avalie a importância de visualizar o ritmo cardíaco do seu adversário durante a corrida *

- Nenhum pouco importante
- Pouco importante
- Indiferente
- Importante
- Muito importante

Avalie a importância da representação espacial dos participantes (ultrapassagem, corrida/caminhada lado-a-lado) *

- Nenhum pouco importante
- Pouco importante
- Indiferente
- Importante
- Muito importante

Disputar contra um adversário virtual motiva tanto quanto disputar contra um adversário real. *

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

Avalie a importância de disputar o modo competitivo com alguém conhecido *

- Nenhum pouco importante
- Pouco importante
- Indiferente
- Importante
- Muito importante

Eu consegui identificar o personagem virtual como um parceiro real da corrida. *

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

Qual item mais ajudou você a identificar seu parceiro de corrida como uma pessoa real? *

- Nenhum
- Avatar (o próprio personagem)
- Mensagens de texto
- Other:

Outras sugestões ou comentários sobre o sistema

Submit

Never submit passwords through Google Forms.

Powered by
 Google Forms

This content is neither created nor endorsed by Google.
[Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Additional Terms](#)

APÊNDICE D — QUESTIONÁRIO MODO COLABORATIVO

Projeto Running Wheel - Colaborativo

* Required

Nome completo *

Você sempre soube durante toda a corrida quem eram seus parceiros? *

- Sim
- Não

Avalie sua dificuldade para completar o teste *

- Muito difícil
- Difícil
- Médio
- Fácil
- Muito fácil

O quão engajado na meta do grupo você se sentiu durante o percurso? *

- Nenhum pouco engajado
- Pouco engajado
- Engajado
- Bastante engajado
- Muito engajado

Avalie a influência motivacional do sistema no seu desempenho durante a sessão *

- Nenhum pouco motivacional
- Pouco motivacional
- Motivacional
- Bastante motivacional
- Muito motivacional

Avalie a importância de visualizar a velocidade que você estava desempenhando *

- Nenhum pouco importante
- Pouco importante
- Indiferente
- Importante
- Muito importante

Avalie a importância de visualizar seu ritmo cardíaco *

- Nenhum pouco importante
- Pouco importante
- Indiferente
- Importante
- Muito importante

Avalie a importância de visualizar a distância que você percorreu *

- Nenhum pouco importante
- Pouco importante
- Indiferente
- Importante
- Muito importante

Avalie a importância das mensagens de texto apresentadas durante a corrida *

- Nenhum pouco importante
- Pouco importante
- Indiferente
- Importante
- Muito importante

Avalie a importância de visualizar a velocidade de seus companheiros durante a corrida *

- Nenhum pouco importante
- Pouco importante
- Indiferente
- Importante
- Muito importante

Avalie a importância de visualizar o ritmo cardíaco de seus companheiros durante a corrida *

- Nenhum pouco importante
- Pouco importante
- Indiferente
- Importante
- Muito importante

Avalie a importância da representação espacial dos participantes (ultrapassagem, corrida/caminhada lado-a-lado) *

- Nenhum pouco importante
- Pouco importante
- Indiferente
- Importante
- Muito importante

Se exercitar com companheiros virtuais motiva tanto quanto se exercitar com companheiros reais *

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

Avalie a importância de se exercitar no modo colaborativo com pessoas conhecidas *

- Nenhum pouco importante
- Pouco importante
- Indiferente
- Importante
- Muito importante

Eu consegui identificar os personagens virtuais como parceiros reais da corrida. *

- Discordo totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo totalmente

Qual item mais ajudou você a identificar seus parceiros de corrida como pessoas reais? *

- Nenhum
- Avatar (os personagens)
- Mensagens de texto
- Other:

Outras sugestões ou comentários sobre o sistema

Submit

Never submit passwords through Google Forms.

Powered by
 Google Forms

This content is neither created nor endorsed by Google.
[Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Additional Terms](#)

APÊNDICE E — QUESTIONÁRIO FINAL

Questionário Final - Running Wheel

* Required

Nome completo *

Qual o modo de jogo preferido? *

- Competitivo
- Colaborativo

Após os dois modos testados, se você pudesse mudar algo no jogo o que seria? *

- Cenário
- Personagem (avatar)
- Adicionar mais competidores/companheiros
- Outras mensagens de texto
- Adicionar sons
- Other:

Never submit passwords through Google Forms.

APÊNDICE F — TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa sobre fatores motivacionais para prática de exercícios físicos. Este documento tem o propósito de explicar os objetivos de estudo, os procedimentos, os riscos e como serão conduzidos os testes.

Pedimos que leia este documento atentamente e esclareça todas as dúvidas antes consentir na sua participação.

Objetivo: Exergames são jogos eletrônicos que tem por objetivo fazer o usuário praticar alguma atividade física através da sua forma de interação. Jogadores que utilizam regularmente exergames acabam combinando diversão do jogo com os benefícios para a saúde da prática regular de exercícios.

Este estudo visa avaliar características de um jogo simulador de corrida através da realização de testes padronizados de caminhada ou corrida.

Procedimentos: Os participantes realizarão um teste de corrida em uma esteira ergométrica sendo facultado o uso de um frequencímetro (medidor de batimento cardíaco) durante a sessão. Neste teste os participantes irão percorrer a maior distância que conseguirem em 12 minutos, tentando manter a velocidade constante durante a sessão. Os participantes podem correr ou caminhar ficando o controle da velocidade da esteira sob responsabilidade de cada um.

Durante os testes os participantes serão questionados quanto ao seu nível de cansaço e ao término será apresentado um questionário de avaliação sobre a sessão.

Os dados da sua sessão (velocidade e ritmo cardíaco) poderão ser registrados e utilizados neste estudo somente.

O tempo total de cada encontro será de cerca de 30 minutos. O estudo se estenderá por pelo menos três sessões, respeitando as preferências de horário/dia dos voluntários.

Os participantes podem, sem nenhum prejuízo e a qualquer tempo, interromper o teste, se assim o desejarem.

Riscos e benefícios: O presente estudo pode apresentar riscos para pessoas que possuam algum tipo de condição cardiorrespiratória (pressão alta, insuficiência, asma, bronquite, entre outras), ortopédicas ou musculares. Se você tem qualquer uma destas condições deve indicar neste momento.

Os benefícios para o participante são oportunidades para se exercitar, e poder contribuir para uma pesquisa sobre o papel motivacional de exergames que levará ao projeto de sistemas de incentivo mais eficientes no futuro.

Consentimento da Participação

Eu, _____, abaixo assinado(a), concordo em participar do estudo. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da minha participação. Foi-me garantido o sigilo das informações e que posso retirar meu consentimento a qualquer momento. Reconheço que estou em bom estado de saúde e não tenho problemas médicos que me restringiriam de participar deste experimento.

Local e data : _____

Assinatura: _____

Concordo que meus dados de velocidade e ritmo cardíaco, coletados durante as sessões, sejam compartilhados com outros participantes (marque em caso afirmativo).

APÊNDICE G — ESCALA DE BORG

Esforço Percebido	Valor
Muito Fácil	6
	7
	8
Fácil	9
	10
Relativamente Fácil	11
	12
Ligeiramente Cansativo	13
	14
Cansativo	15
	16
Muito cansativo	17
	18
Exaustivo	19
	20