



## **Promoção da prática de exercício físico através de um jogo**

**DIOGO ANTÓNIO TEIXEIRA DE MELO**

Outubro de 2018

# **Promoção da prática de exercício físico através de um jogo**

**Diogo António Teixeira de Melo**

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia Informática, Área de Especialização em  
Sistemas Gráficos e Multimédia**

**Orientador: Prof. Doutor Carlos Vaz de Carvalho**

Porto, Outubro de 2017



# Resumo

Há vários anos que organizações na área da saúde recomendam a prática de exercício físico e vêm demonstrando cientificamente os benefícios de uma vida ativa. Atualmente, o papel do exercício físico tanto na prevenção de doenças, assim como no seu tratamento, tem sido amplamente demonstrado através de estudos nessa área. Contudo, o exercício praticado pela população continua, em geral, insuficiente, como estudos realizados por estas mesmas organizações comprovam.

Na sociedade moderna, o uso de *smartphones* é cada vez mais ubíquo e onnipresente. A grande maioria das pessoas possui um dispositivo deste tipo e usam-no frequentemente no dia-a-dia. Há inúmeras funções para estes dispositivos, sendo que uma delas pode ser o contributo para um estilo de vida mais saudável e todos os benefícios que esse estilo de vida engloba. Para este efeito, já existem inúmeras aplicações e jogos móveis. No entanto, a capacidade de motivar o utilizador é um aspeto fundamental e é aí que a maioria deste tipo de jogos e aplicações falha.

Torna-se assim importante perceber que fatores motivadores existem e desenvolver uma aplicação capaz de os incorporar. Com este objetivo em mente, várias das aplicações e jogos já existentes, bem como outras formas de motivação, foram analisadas. Seguiu-se o desenho, implementação e validação de um jogo móvel capaz de oferecer mais do que um único fator motivador aos utilizadores.

A validação do protótipo desenvolvido permitiu perceber que, efetivamente, a conjugação de diferentes fatores motivadores leva ao aumento dos vetores de motivação para a prática de exercício físico.

**Palavras-chave:** Jogos Móveis, Aplicações Móveis, *Smartphones*, Motivação, Atividade Física



# Abstract

For many years, health organizations have been recommending physical exercise and have scientifically demonstrated the benefits of living an active life. Currently, the role of physical exercise in both disease prevention and treatment stands amply demonstrated by studies in this area. However, the exercise practiced by the population remains, in general, insufficient, as studies carried out by these same organizations prove.

In modern society, the use of smartphones is increasingly ubiquitous and omnipresent. The large majority has a device of this type and uses it daily. There are numerous purposes for these devices, one of which can be the contribution to a healthier lifestyle and all the benefits that this kind of lifestyle comprises. For this purpose, there are various applications and mobile games. The ability to motivate the user is a fundamental aspect and is where most of this kind of games and applications fail.

Thus, it's important to realize what other types of motivating factors exist and to develop an application capable of incorporating them. With this purpose in mind, various of the existing applications and games, as well as other forms of motivation, were analyzed. Then followed the design, implementation, and validation of a mobile game, capable of offering users more than one motivating factor.

The validation of the developed prototype allowed to understand, besides possible improvements to the application, that, effectively, the conjugation of different motivating factors leads to increasing vectors of motivation when it comes to performing physical exercise.

**Keywords:** Mobile Games, Mobile Applications, Smartphones, Motivation, Physical Activity



# Agradecimentos

Em primeiro lugar agradecer ao meu orientador, o Professor Doutor Carlos Vaz de Carvalho, por todo o acompanhamento e aconselhamento durante o desenvolvimento desta dissertação.

Agradeço também aos meus colegas no *GILT*, Tiago e Emanuel, por toda a ajuda prestada ao longo do projeto.

Aos meus amigos, que sempre se mostraram interessados e disponíveis para me auxiliar em tudo o que fosse necessário.

Por último, deixo um agradecimento especial à minha família, que sempre me apoiou incondicionalmente.



# Índice

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Objetivos	2
1.2	Estrutura da Dissertação	3
<b>2</b>	<b>Estado da Arte</b>	<b>5</b>
2.1	Aplicações de registo de atividade física	6
2.1.1	Up - Smart Coach for Health	6
2.1.2	Fitbit	7
2.1.3	Google Fit!	8
2.1.4	Nike+ Run Club	9
2.1.5	Moves	10
2.1.6	Endomondo	11
2.1.7	Sports Tracker	12
2.1.8	JogTracker e JogTracker Pro	13
2.1.9	Runtastic Running & Fitness Tracker	14
2.1.10	Runmeter	16
2.1.11	Fitocracy	17
2.1.12	Strava Running and Cycling	18
2.1.13	Run with Map My Run	19
2.1.14	Runkeeper	21
2.1.15	CarrotFit!	22
2.1.16	Tabela Comparativa	23
2.2	Exergames	25
2.2.1	Zombies, run!	25
2.2.2	Runbit	26
2.2.3	Ingress	27
2.2.4	Pokémon Go	28
2.2.5	CodeRunner	30
2.2.6	RunAway	31
2.2.7	Serpent	31
2.2.8	TrezrHunt	32
2.2.9	Tabela Comparativa	33
2.3	Dispositivos de monitorização	35
2.3.1	Fitbit Blaze	35
2.3.2	Huawei Band 2 Pro	37
2.3.3	Xiaomi Mi Band 2	38
2.3.4	Moov Now	39
2.3.5	Tabela Comparativa	40
2.4	Tecnologias Relevantes	41
2.4.1	Unreal Engine 4	41
2.4.2	Corona SDK	43
2.4.3	Unity3D	44
2.4.4	Node.js	46
2.4.5	MongoDB	46

2.4.6	Microsoft Visual Studio .....	47
<b>3</b>	<b>Design da Solução .....</b>	<b>49</b>
3.1	Visão da Solução .....	49
3.1.1	Conceito .....	49
3.1.2	Requisitos.....	50
3.1.3	Restrições.....	51
3.1.4	Jogo.....	51
3.2	Solução Conceptual .....	51
3.3	Arquitetura da Solução .....	53
3.3.1	Aplicação Móvel .....	54
3.3.2	<i>RestAPI</i> .....	55
3.3.3	Base de Dados.....	55
3.4	Desenho do jogo .....	57
3.4.1	Regras do Jogo.....	57
3.4.2	Mapa de Navegação .....	59
3.4.3	Guião Gráfico .....	59
3.5	Análise de Valor .....	65
3.5.1	Proposta de Valor .....	66
<b>4</b>	<b>Implementação e Avaliação .....</b>	<b>69</b>
4.1	Implementação .....	69
4.1.1	Aplicação Móvel .....	69
4.1.2	RestAPI .....	73
4.1.3	<i>QEF</i> .....	77
4.2	Avaliação da Solução.....	80
4.2.1	Hipótese a Testar .....	80
4.2.2	Variáveis para Avaliação .....	80
4.2.3	Metodologia de Avaliação.....	81
4.3	Resultados .....	82
4.3.1	Técnica.....	83
4.3.2	Usabilidade .....	84
4.3.3	Jogabilidade.....	86
4.3.4	Outras questões .....	88
4.3.5	Análise dos Resultados .....	91
<b>5</b>	<b>Conclusão .....</b>	<b>93</b>
	<b>Anexo A - Análise de Valor .....</b>	<b>97</b>
	<b>Anexo B - Questionário .....</b>	<b>111</b>

# Lista de Figuras

Figura 1 – <i>Up – Smart Coach for Health</i> .....	6
Figura 2 – <i>Fitbit</i> .....	7
Figura 3 – <i>Google Fit</i> .....	8
Figura 4 – <i>Nike+ Run Club</i> .....	9
Figura 5 – <i>Moves</i> .....	10
Figura 6 – <i>Endomondo</i> .....	11
Figura 7 – <i>Sports Tracker</i> .....	12
Figura 8 – <i>JogTracker</i> .....	14
Figura 9 – <i>Runtastic</i> .....	15
Figura 10 – <i>Runmeter</i> .....	16
Figura 11 – <i>Fitocracy</i> .....	17
Figura 12 – <i>Strava Running and Cycling</i> .....	18
Figura 13 – <i>Run with Map My Run</i> .....	20
Figura 14 – <i>Runkeeper</i> .....	21
Figura 15 – <i>CarrotFit!</i> .....	22
Figura 16 – <i>Zombies, Run!</i> .....	25
Figura 17 – <i>Runbit</i> .....	26
Figura 18 – <i>Ingress</i> .....	27
Figura 19 – <i>Pokémon Go</i> .....	29
Figura 20 – <i>CodeRunner</i> .....	30
Figura 21 – <i>RunAway</i> .....	31
Figura 22 – <i>Serpent</i> .....	32
Figura 23 – <i>TrezrHunt</i> .....	33
Figura 24 – <i>Fitbit blaze</i> .....	35
Figura 25 – <i>Huawei Band 2 Pro</i> .....	37
Figura 26 - <i>Xiaomi Mi Band 2</i> .....	39
Figura 27 – <i>Moov Now</i> .....	40
Figura 28 – Motor de jogo <i>Unreal Engine 4.18</i> .....	42
Figura 29 – Motor de jogo <i>Corona SDK</i> .....	43
Figura 30 – Motor de jogo <i>Unity3D 2017.3</i> .....	45
Figura 31 – Diagrama de casos de uso.....	52
Figura 32 – Modelo conceptual de componentes .....	53
Figura 33 – Diagrama de componentes .....	54
Figura 34 – Estrutura da base de dados.....	56
Figura 35 – Mapa de navegação da aplicação .....	59
Figura 36 – Ecrã de <i>login</i> .....	60
Figura 37 – Ecrã de registo.....	60
Figura 38 – Menu principal do jogo .....	61
Figura 39 – Painel de ajuda .....	61
Figura 40 – Menu de definições.....	62

Figura 41 – Ecrã de jogo .....	62
Figura 42 – Ecrã de registos de atividade.....	63
Figura 43 – Apresentação do percurso escolhido .....	63
Figura 44 – Menu duelos.....	64
Figura 45 – Menu equipa de um utilizador sem equipa.....	64
Figura 46 – Menu equipa de um utilizador com equipa e capitão da mesma .....	65
Figura 47 – Classes <i>StepCounter</i> , <i>GoogleMapAPI</i> e <i>Location</i> .....	70
Figura 48 – Classes <i>MatchMakingSystem</i> e <i>EloRankingSystem</i> .....	72
Figura 49 – Processo de inovação do produto (Koen et al., 2002).....	97
Figura 50 – O modelo <i>New Concept Development</i> (Koen et al., 2002) .....	97
Figura 51 - Cadeia de valor genérica de <i>Porter</i> .....	102
Figura 52 – Estrutura de decisão.....	106
Figura 53 - Estrutura de decisão com os valores de cada alternativa e cada critério.....	109

# Lista de Tabelas

Tabela 1 – Comparação entre as aplicações de registo de atividade física .....	24
Tabela 2 – Comparação entre <i>exergames</i> .....	34
Tabela 3 – Comparação entre dispositivos de monitorização de atividade física .....	41
Tabela 4 – Funcionalidades Unreal Engine 4 .....	42
Tabela 5 – Funcionalidades e melhorias <i>Unreal Engine 4.18</i> .....	43
Tabela 6 – Funcionalidades <i>Corona SDK</i> .....	44
Tabela 7 – Funcionalidades <i>Unity3D</i> .....	45
Tabela 8 – Funcionalidades e melhorias <i>Unity3D 2017.3</i> .....	46
Tabela 9 – Modelo <i>CANVAS</i> .....	67
Tabela 10 – <i>Quantitative Evaluation Framework (QEF)</i> .....	78
Tabela 11 – Benefícios da aplicação identificados.....	100
Tabela 12 - Sacrifícios da aplicação identificados .....	100
Tabela 13 -Escala de prioridades (Saaty, 1987) .....	105
Tabela 14 - Comparação entre a importância dos critérios.....	106
Tabela 15 – Valor do IR para matrizes quadradas de ordem N .....	107
Tabela 16 - Comparação entre as alternativas usando o critério da motivação .....	108
Tabela 17 - Comparação entre as alternativas usando o critério da integração .....	108
Tabela 18 - Comparação entre as alternativas usando o critério das aplicações existentes no mercado .....	109



# Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Valor da resposta média de cada tópico .....	83
Gráfico 2 – Respostas componente técnica.....	84
Gráfico 3 – Respostas componente usabilidade (parte 1) .....	84
Gráfico 4 – Respostas componente usabilidade (parte 2) .....	85
Gráfico 5 – Respostas componente usabilidade (parte 3) .....	86
Gráfico 6 – Respostas componente jogabilidade (parte 1).....	87
Gráfico 7 – Respostas componente jogabilidade (parte 2).....	88
Gráfico 8 – Horas de exercício semanal dos utilizadores antes do uso da aplicação .....	89
Gráfico 9 – Horas de exercício semanal dos utilizadores antes do uso da aplicação .....	89
Gráfico 10 – Respostas dos utilizadores quando inquiridos sobre se a aplicação aumentou a sua motivação para praticar exercício físico .....	90



# Acrónimos e Símbolos

## Lista de Acrónimos

<b>AHP</b>	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
<b>API</b>	<i>Application Programming Interface</i>
<b>AR</b>	<i>Augmented Reality</i>
<b>FFE</b>	<i>Fuzzy Front End</i>
<b>GILT</b>	<i>Games Interaction and Learning Technologies</i>
<b>GPS</b>	<i>Global Positioning System</i>
<b>HTTP</b>	<i>HyperText Transfer Protocol</i>
<b>JSON</b>	<i>JavaScript Object Notation</i>
<b>NCD</b>	<i>New Concept Development</i>
<b>NPD</b>	<i>New Product Development</i>
<b>QEF</b>	<i>Quantitative Evaluation Framework</i>
<b>REM</b>	<i>Rapid Eye Movement</i>
<b>REST</b>	<i>Representational State Transfer</i>
<b>TSG</b>	<i>Technology State Gate</i>
<b>URL</b>	<i>Uniform Resource Locator</i>
<b>USD</b>	<i>United States Dollar</i>
<b>VR</b>	<i>Virtual Reality</i>

## Lista de Símbolos

<b>\$</b>	<i>Dólar</i>
<b>€</b>	<i>Euro</i>



# 1 Introdução

A atividade física e os desportos saudáveis são essenciais para a nossa saúde e bem-estar. “Atividade física adequada e desporto para todos constituem um dos pilares para um estilo de vida saudável [...]. A evidência científica e a experiência disponível mostram que a prática regular de atividade física regular e o desporto beneficiam, quer fisicamente, quer socialmente, quer mentalmente, toda a população [...]” (DGS, 2007).

O parágrafo anterior deixa clara a importância que o exercício físico tem para a saúde. No entanto, há quem não pratique qualquer tipo de exercício físico. Existem variadíssimas razões possíveis para este facto, entre as quais se encontra a falta de motivação. Atualmente existem diversas aplicações que visam combater a falta de motivação, por parte de alguns indivíduos, para a prática de exercício físico.

Algumas destas aplicações têm como objetivo registar vários parâmetros da atividade física do utilizador, permitindo assim que o mesmo visualize o seu desempenho e evolução, o que pode levar ao aumento da sua motivação. Estas aplicações são conhecidas como aplicações de registo de atividade física.

Outras aplicações, com o mesmo objetivo, são jogos em que a forma de progredir passa por um qualquer tipo de exercício físico, desempenhado pelo utilizador. Estes jogos são conhecidos como *exergames*.

Um dos problemas associados a ambos os tipos de aplicações é a assunção de que todos os indivíduos são motivados pelos mesmos fatores e, em particular, a competição. Consequentemente, indivíduos não competitivos não se sentem motivados para praticar exercício físico.

Assim, o problema pode ser decomposto em dois aspetos que se complementam:

1. Falta de hábitos saudáveis da população, nomeadamente, o exercício físico praticado é, em geral, insuficiente;

2. Aplicações que procuram promover a prática regular de exercício físico consideram apenas a competição como fonte de motivação;

Este projeto consiste no desenvolvimento de uma aplicação tanto com características de aplicação de registo de atividade física, como de *exergame*, cujo objetivo principal é aumentar a motivação dos utilizadores para a prática de exercício físico regular. Para este efeito será efetuada a diferenciação entre indivíduos competitivos e não competitivos, pois os fatores motivadores não são os mesmos. Esta diferenciação será alcançada através da implementação de dois modos de jogo distintos, um modo competitivo e um modo colaborativo.

Este jogo deve ainda ligar com um dispositivo *wearable*. Estes dispositivos de monitorização de atividade física tornam a experiência dos utilizadores mais cómoda e agradável, uma vez que, atualmente, estes dispositivos assumem a forma física de relógios ou pulseiras. Este tipo de dispositivo permite que os utilizadores não necessitem de servir-se do seu *smartphone* quando praticam exercício.

Os conceitos importantes que derivam deste projeto estão relacionados com a distinção entre aplicações de registo e jogos que promovem a prática de exercício físico. Também é importante comparar alguns dos dispositivos de monitorização de atividade física existentes. Estes conceitos estão definidos no capítulo 2, estado da arte, uma vez que, nesse mesmo capítulo, são analisadas várias aplicações e dispositivos de monitorização existentes.

## 1.1 Objetivos

O principal objetivo deste trabalho é verificar se a conjugação de diferentes fatores de motivação, gera, de facto, vetores de motivação mais elevados e permanentes no que diz respeito à prática de exercício físico e à adoção de hábitos de vida saudáveis por parte dos utilizadores. Para isso, pretende-se conceber, desenhar, desenvolver e validar um *exergame*, que deve ainda registar variáveis da atividade física do utilizador.

Este jogo deve recorrer aos sensores do *smartphone* dos utilizadores e interligar com um dispositivo *wearable*, com o objetivo de registar os parâmetros físicos do utilizador em cada momento. Estes parâmetros físicos variam desde a distância percorrida e velocidade média, à duração e percurso efetuado por um determinado utilizador, recorrendo, para este efeito, à capacidade de geolocalização dos dispositivos. Adicionalmente, como já foi referido anteriormente, o jogo deve ser pensado e estruturado de forma a ser capaz de motivar diferentes tipos de utilizadores para a prática de exercício físico, uma vez que nem todas as pessoas são movidas pelos mesmos fatores motivadores.

## **1.2 Estrutura da Dissertação**

Esta dissertação encontra-se dividida em cinco capítulos.

Neste primeiro capítulo é realizada uma introdução, referindo o problema que esteve génese do projeto e o objetivo do mesmo.

No capítulo segundo é clarificada a abordagem ao problema, começando com a apresentação do estado da arte, relativamente a aplicações existentes e periféricos, e de seguida são expostas as tecnologias relevantes para o desenvolvimento deste projeto.

O capítulo terceiro inicia com a apresentação da visão da solução. Também é detalhado neste capítulo o desenho da solução, expondo todos os pormenores necessários e artefactos desenvolvidos, de forma a clarificar a proposta a desenvolver. Por fim, é apresentada a proposta de valor da solução.

No capítulo quarto é abordada a implementação da solução, em seguimento do desenho apresentado no capítulo anterior. São também descritas as experiências e métodos a adotar de forma a avaliar a solução desenvolvida e a satisfação dos utilizadores, bem como os resultados dessa mesma avaliação.

Por fim, no quinto capítulo, são apresentadas as conclusões atingidas durante o desenvolvimento deste projeto.



## 2 Estado da Arte

A indústria dos jogos atualmente tem como maior mercado os dispositivos móveis, e as projeções são para que este domínio continue a crescer e se torne cada vez mais acentuado. Sendo assim, desenvolver jogos para dispositivos móveis torna-se o caminho mais adequado a seguir, quando o objetivo é atingir o maior número possível de utilizadores. No entanto, é necessário perceber o que já existe, de maneira criar um produto diferenciado e capaz de apelar aos utilizadores.

Neste capítulo serão analisadas aplicações que promovem o exercício físico. Convém fazer a distinção entre aplicações que apenas registam atividade física e *exergames*, jogos que, efetivamente, têm como base a motivação para a prática de atividade física pelos utilizadores. Não existe uma taxonomia globalmente aceite para distinguir jogos que promovem o exercício físico de aplicações que registam atividade física, uma vez que muitas destas aplicações também promovem competição, maioritariamente através de tabelas classificativas e desafios entre amigos.

Desta forma, o estado da arte será dividido em partes distintas. Na secção 2.1 serão apresentadas e analisadas aplicações de registo de atividade física, considerando que mesmo aplicações que apresentem competição, seja através de desafios ou tabelas classificativas, não são *exergames* no sentido completo do termo. Na secção 2.2, serão apresentados jogos em que as mecânicas de jogo são baseadas na atividade física do jogador, e em que esta seja a única forma de avançar a narrativa do jogo, caso exista.

Ainda nesta secção, será apresentada uma comparação entre dispositivos de monitorização de atividade física, *wearables*, uma vez que será usado um dispositivo deste tipo.

Para terminar, são ainda analisadas tecnologias relevantes para o desenvolvimento deste tipo de projeto.

## 2.1 Aplicações de registo de atividade física

Aplicações deste tipo têm como principal característica o registo de métricas relacionadas com o exercício físico dos utilizadores, nomeadamente passos, velocidade, distância percorrida e calorias gastas. De forma a facilitar o uso da aplicação ao utilizador, muitas destas aplicações são capazes de funcionar com recurso a dispositivos de monitorização de atividade física. Para além disto, estas aplicações tendem a estimular a competição entre utilizadores, geralmente através de tabelas classificativas.

### 2.1.1 Up – Smart Coach for Health

*Up*<sup>1</sup> (Figura 1) é uma aplicação de registo de exercício físico desenvolvida pela empresa *Jawbone* disponível para *Android*, *iOS* e *Windows Phone*.

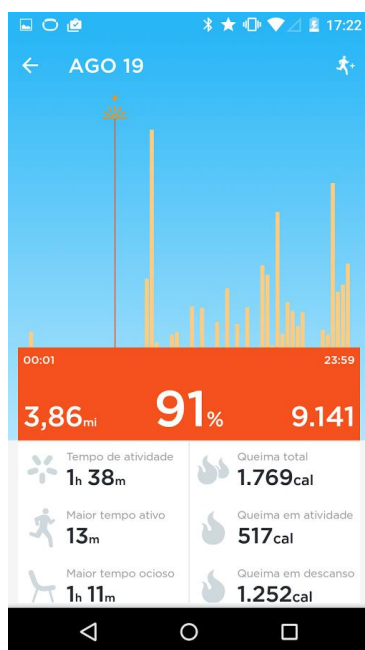


Figura 1 – *Up – Smart Coach for Health*

Embora desenhada para ser usada com um *Jawbone fitness tracker*, a aplicação é capaz de funcionar apenas com os sensores do *smartphone*. A aplicação regista várias variáveis como passos dados, distância percorrida, tempos de atividade e inatividade, calorias gastas e intensidade de atividade. Permite ainda inserir manualmente refeições e bebidas ingeridas. A aplicação tem ainda uma funcionalidade que permite aos utilizadores desafiarem os seus amigos para duelos. Esses duelos podem ser disputados ao longo de vinte e quatro horas, três dias ou uma semana, e o vencedor é quem conseguir registar o maior número de passos ao longo desse tempo.

---

<sup>1</sup> <https://jawbone.com/up>

A aplicação tem outras funcionalidades que já requerem o uso de um *fitness tracker*, como o registo automático de horas de sono e definições de alarme, ou alarmes inteligentes que despertam o utilizador na hora mais adequada. Ainda é possível obter um gráfico ilustrativo do batimento cardíaco ao longo do dia.

A classificação da aplicação na *Google Play Store* é de 4.1 com cerca 40.930 avaliações.

### 2.1.2 Fitbit

*Fitbit*<sup>2</sup> (Figura 2) é uma aplicação desenvolvida para *Android*, *iOS* e *Windows*, que foi desenhada com o intuito de ser usada em conjugação com um ou mais *fitbit trackers*, mas é funcional mesmo recorrendo apenas aos sensores do *smartphone*.



Figura 2 – *Fitbit*

A aplicação é capaz de registar a quantidade de passos diários, distância percorrida, calorias gastas e tempo de atividade. Esta informação é disponibilizada de uma forma que permite ao utilizador perceber quais as suas tendências. Utilizando o *GPS*, a aplicação é também capaz de registar percursos. A aplicação tem também funcionalidades como o calendário e o registo de exercícios, que permitem ao utilizador refletir sobre o que já alcançou e ajustar os seus objetivos. De forma a facilitar ao utilizador o ajuste de algumas definições ou variantes durante o seu treino, a aplicação responde a alguns comandos de voz. É possível também manter um registo das refeições efetuadas e criar objetivos relacionados com peso. A aplicação é ainda

<sup>2</sup> <https://www.fitbit.com/eu/app>

capaz de calcular os níveis de hidratação, se o utilizador registar a quantidade de água que ingere.

No aspeto social, é possível partilhar fotografias com estatísticas de exercícios realizados através de qualquer rede social, correio eletrónico ou mensagem. É possível também desafiar amigos e receber emblemas como recompensa.

Todas estas funcionalidades são de mais simples uso recorrendo a um *fitbit tracker*, contudo existem funcionalidades em que usar um *tracker* é um requisito, como o registo de sono, que permite à aplicação calcular o tempo de sono e permite ao utilizador ver as suas tendências, criar alarmes e estabelecer metas de sono semanais.

Com uma classificação de 4.0 na *Google Play Store* com cerca de 301.268 avaliações, *Fitbit* está entre as escolhas dos editores.

### 2.1.3 Google Fit!

*Google Fit*<sup>3</sup> (Figura 3) é uma aplicação desenvolvida pela *Google*, disponível para *Android*, que regista a atividade física do utilizador.

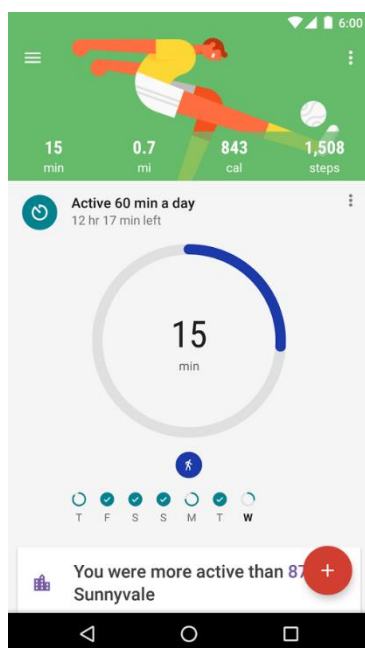


Figura 3 – *Google Fit*

Usando os sensores do *smartphone*, a aplicação é capaz de calcular a quantidade de passos dados, distância percorrida, tempo de atividade e calorias gastas, ao longo de um dia. Atividades como caminhadas, corridas ou ciclismo são automaticamente registadas e permitem ao utilizador visualizar estatísticas em tempo real, como velocidade, ritmo, percurso e elevação.

<sup>3</sup> <https://www.google.com/fit/>

Para utilizadores que pratiquem outras modalidades, e pretendam que a sua atividade fique registada no *Google Fit*, a aplicação tem uma lista de mais de cento e vinte atividades, das quais o utilizador pode escolher qual praticou. Estabelecer metas baseadas na quantidade de passos, tempo de atividade, distância percorrida ou calorias gastas não só é possível, como a aplicação ainda é capaz de oferecer recomendações personalizadas com base nas metas estabelecidas por cada utilizador.

No que diz respeito a integração com *trackers* e outras aplicações, a *Google Fit* é bastante completa, uma vez que oferece uma vasta lista de *wearables* e aplicações com as quais é possível integrar a aplicação para uma experiência melhorada, uma vez que torna possível o registo do sono, peso e refeições.

Todas estas possibilidades oferecidas pela aplicação podem ser efetuadas através do *smartphone*, *tablet*, *web* ou *Android wear watch*.

A classificação da aplicação na *Google Play Store* é de 3.9 com cerca 231.190 avaliações.

#### 2.1.4 Nike+ Run Club

Desenvolvida pela *Nike*, a *Nike+ Run Club*<sup>4</sup> (Figura 4) está disponível para *Android* e *iOS*.

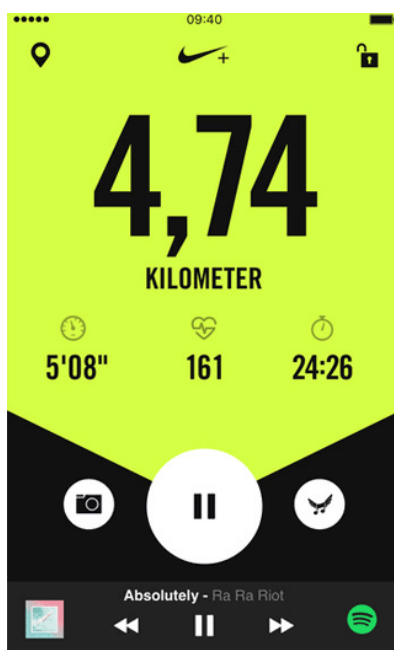


Figura 4 – Nike+ Run Club

Esta é uma aplicação de registo de corridas e caminhadas, capaz de registar métricas como o ritmo, distância, percurso, elevação, calorias gastas e de manter detalhes de recordes pessoais. Estes recordes pessoais desbloqueiam troféus. A aplicação, preparada para fazer a distinção

<sup>4</sup> [https://www.nike.com/pt/pt\\_pt/c/nike-plus/running-app-gps](https://www.nike.com/pt/pt_pt/c/nike-plus/running-app-gps)

entre corredores experientes e corredores iniciantes, tem uma função de treinador que apresenta planos de treino aos utilizadores, baseados na sua experiência. Não obstante, é também possível ao utilizador estabelecer as suas metas.

Como o próprio nome indica, a aplicação tem uma forte componente social, sendo possível aos utilizadores encontrar ou convidar os seus amigos para a aplicação, competir entre amigos, criar clubes de corrida e partilhar os seus treinos. Há ainda uma interligação com o *Spotify*, que permite aos utilizadores ouvir uma lista de reprodução criada pela *Nike+ Run Club*, com o objetivo de motivar os utilizadores a obterem melhores resultados.

Com cerca de 622.078 avaliações, a aplicação tem uma classificação de 4.4 na *Google Play Store*.

### 2.1.5 Moves

*Moves*<sup>5</sup> (Figura 5) foi desenvolvida pela *ProtoGeo*, disponível para *Android* e *iOS*.



Figura 5 – Moves

Esta aplicação regista automaticamente dados como distância, passos, duração e velocidade de atividades como caminhada, corrida e ciclismo. A aplicação mostra ainda os percursos realizados num mapa e tem as particularidades de estar sempre ligada e de apresentar o exercício do dia em forma de cronologia, como se de um diário se tratasse.

Embora esteja disponível para *Android* e *iOS*, existe uma série de funcionalidades que apenas se encontram disponíveis para utilizadores de *iphones*, como por exemplo, contagem de

---

<sup>5</sup> <http://moves-app.com/>

calorias gastas e registo de todas as atividades, no caso de o utilizador realizar um outro tipo de atividade e querer introduzi-la na aplicação.

A classificação da aplicação na *Google Play Store* é de 3.9 com cerca 62.252 avaliações.

### 2.1.6 Endomondo

*Endomondo*<sup>6</sup> (Figura 6) é uma aplicação desenvolvida pela *Endomondo*, em parceria com a *Under Armour*, disponível para *Android* e *iOS*.



Figura 6 – *Endomondo*

A aplicação regista dados como quantidade de passos, velocidade, distância e calorias, recorrendo ao *GPS*, para atividades como caminhadas, ciclismo e corrida, mas não se limita a estas e possui uma lista de cerca de quarenta desportos que o utilizador pode escolher. É ainda possível ao utilizador introduzir manualmente outro tipo de atividade física que pratique. Com recurso a monitores de frequência cardíaca que utilizem *bluetooth*, a aplicação consegue também registar essa informação.

O utilizador pode analisar os seus desempenhos na aplicação, mas uma análise mais profunda é possível através do sítio *web* da aplicação, uma vez que esta sincroniza automaticamente. Estas análises possibilitam ao utilizador criar as suas próprias metas, que a aplicação auxilia a cumprir, através de áudio, dando comentários e informações úteis ao utilizador acerca do seu desempenho, enquanto este tenta cumprir os seus objetivos. Objetivos esses que, se cumpridos, são recompensados com prémios, prémios estes que variam conforme o grau de ambição dos

---

<sup>6</sup> <https://www.endomondo.com/>

objetivos. Existem ainda desafios nos quais os utilizadores podem participar e ganhar ainda mais prémios.

No aspeto social, a aplicação permite enviar e receber comentários áudio em tempo real entre amigos, visualizar e comentar treinos de amigos, realizar corridas contra amigos, adicionar fotografias e identificar amigos. É possível ainda partilhar resultados noutras redes sociais como *Facebook*, *Twitter* e *Google+*.

A aplicação permite ao utilizador tornar-se *premium*, através de uma subscrição mensal de 5.99USD ou de uma subscrição anual de 29.99USD, que se traduz em 2.50USD por mês. Com a versão *premium*, os utilizadores podem usufruir da aplicação sem qualquer publicidade e têm acesso a mais algumas funcionalidades, como planos de treino pessoais para atingir um objetivo específico, acesso a informações distribuídas no tempo como calorias gastas por mês, distância percorrida num ano e informação acerca das condições climatéricas durante um treino realizado. Com a versão *premium*, os utilizadores que usem um monitor de frequência cardíaca têm acesso a uma informação mais detalhada relativamente ao batimento cardíaco no fim de cada treino.

Com cerca de 485.729 avaliações, a aplicação tem uma classificação de 4.5 na *Google Play Store*.

### 2.1.7 Sports Tracker

Aplicação desenvolvida pela *Sports Tracker*, disponível para *Android* e *iOS*, capaz de registar dados como velocidade, tempo de atividade, calorias gastas, altitude e também capaz de oferecer ao utilizador comentários, através de áudio, durante o seu treino.



Figura 7 – *Sports Tracker*

*Sports Tracker*<sup>7</sup> (Figura 7) consegue reconhecer várias atividades físicas, não só corrida, caminhada e ciclismo, mas, por exemplo, escalada, bicicleta de montanha e mais uma série de desportos. Com recurso a periféricos, a aplicação torna-se ainda mais completa. Através do uso de um monitor de frequência cardíaca *Bluetooth Sports Tracker*, a aplicação consegue registar a frequência cardíaca. Por outro lado, é compatível com relógios *Android*, o que melhora a usabilidade da aplicação.

Através do uso do *GPS*, a aplicação regista percursos, permitindo ao utilizador consultar o mapa e ver o seu percurso. Além disto, permite criar um diário de treino, para uma mais fácil análise de qualquer que seja o objetivo do utilizador em questão, e oferece aos utilizadores a possibilidade de o guardarem no seu serviço *Sports Tracker online*. Este serviço tem mais funcionalidades como análise detalhada de mapas e treinos de amigos.

A aplicação tem ainda uma ampla comunidade, em que cada utilizador tem a possibilidade de seguir amigos e visualizar os seus treinos, bem como gostar e comentar os mesmos. Cada utilizador pode ainda partilhar fotos, treinos e percursos, não só na própria comunidade *Sports Tracker*, mas também no *Facebook* e *Twitter*.

No aspeto comercial, a receita da aplicação é gerada através de anúncios e compras na aplicação. É possível aos utilizadores tornarem-se *premium*, o que adiciona algumas funcionalidades à aplicação. Torna-se possível ao utilizador estabelecer metas, ver a classificação dos seus melhores tempos para um dado percurso, descobrir e seguir percursos de amigos, etiquetar exercícios para uma melhor organização e exercitar-se contra uma versão virtual de si próprio ou de um amigo que tenha realizado o mesmo percurso. A aplicação detalha ainda mais os registos de treinos e apresenta as informações através de gráficos.

Com cerca de 179.506 avaliações, a aplicação tem uma classificação de 4.5 na *Google Play Store*.

### **2.1.8 JogTracker e JogTracker Pro**

Esta aplicação, desenvolvida pela *Highway North Interactive*, está apenas disponível para *Android*. *JogTracker*<sup>8</sup> (Figura 8) regista dados como distância percorrida e calorias gastas, de atividades como caminhada, corrida e ciclismo. Recorrendo ao sensor *GPS* e ao *Google Maps*, a aplicação apresenta em tempo real o percurso do utilizador. Durante a atividade física do utilizador, a aplicação é capaz de comunicar ao utilizador a distância percorrida até ao momento, através de áudio, para que este não necessite de olhar para o seu dispositivo móvel enquanto pratica exercício. A aplicação é também capaz de integrar com dispositivos de monitorização de frequência cardíaca *bluetooth*. Os utilizadores são premiados com medalhas de bronze, prata ou ouro consoante as suas conquistas e podem partilhar os seus treinos nas redes sociais *Facebook* e *Twitter*.

---

<sup>7</sup> <http://www.sports-tracker.com/>

<sup>8</sup> <http://www.jogtracker.com/>

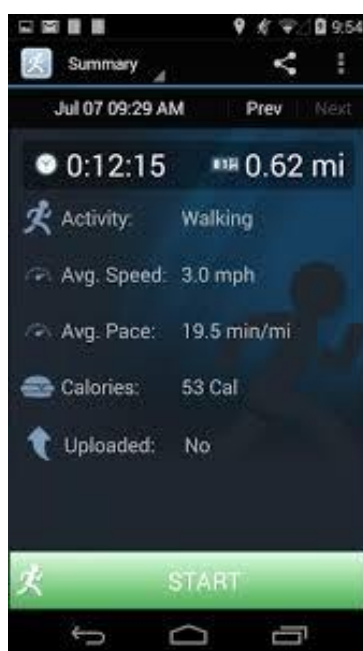


Figura 8 – JogTracker

No aspeto comercial, esta aplicação contém anúncios. Apesar de não existirem compras na aplicação, a empresa desenvolvedora criou uma outra aplicação, *JogTracker Pro*, que acrescenta funcionalidades à versão normal e tem um custo de 2.59€ na *Google Play Store*. As funcionalidades acrescentadas passam pelo registo de mais dados como velocidade, ritmo e elevação, todos apresentados em gráficos em tempo real, remoção de anúncios, sistema automático de pausa e reinício de registo de atividade, e impede que o ecrã do dispositivo desligue durante exercícios.

Na *Google Play Store*, a versão base da aplicação tem uma classificação de 4.3 com cerca 4721 avaliações, enquanto a versão *pro* tem uma classificação de 4.4 com 202 avaliações.

### 2.1.9 Runtastic Running & Fitness Tracker

Desenvolvida pela *Runtastic*, disponível para *Android*, *iOS* e *Windows Phone*, embora com algumas diferenças entre sistemas operativos, *Runtastic Running & Fitness Tracker*<sup>9</sup> (Figura 9) regista dados como distância percorrida, tempo, velocidade, elevação e calorias gastas de variadas atividades físicas como corrida, caminhada e ciclismo. Estes dados estão disponíveis para consulta do utilizador através de gráficos e tabelas. Caso a atividade praticada pelo utilizador não esteja presente na aplicação é possível ser inserida manualmente, tal com é possível sincronizar com outras aplicações como *Google Fit* e *MyFitnessPal*. Com recurso ao *GPS*, a aplicação é capaz de guardar os percursos e apresentá-los de uma forma semelhante ao *Google Maps*.

<sup>9</sup> <https://www.runtastic.com/en/apps/runtastic>

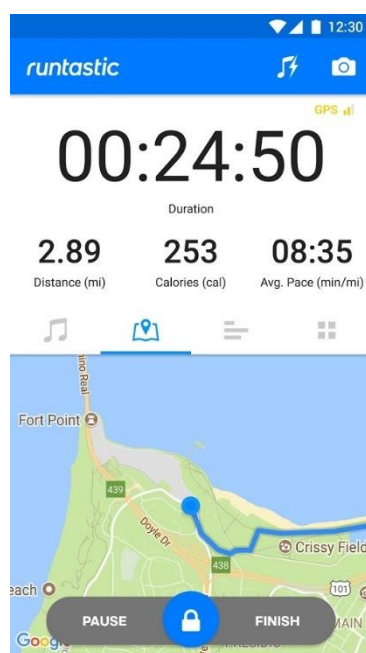


Figura 9 – Runtastic

É possível ao utilizador estabelecer um objetivo de corrida anual, que a aplicação irá ajudar a alcançar. É possível também ao utilizador registar quantos quilómetros foram percorridos com um certo par de ténis, para que a aplicação o consiga aconselhar acerca da compra ou não de um novo par. A aplicação incentiva ainda o utilizador durante o primeiro quilómetro de uma corrida através de áudio e tem também um reproduzidor de música integrado, com a opção “powersong” para motivar o utilizador.

No aspeto social é possível aos utilizadores criar grupos com amigos, em que cada grupo tem uma classificação ordenada por maior distância percorrida ao longo de um certo período. É possível também, entre amigos, visualizar o percurso que algum amigo está a realizar, recorrendo a *GPS*, e incentivá-lo em tempo real.

A aplicação está otimizada para fazer uso de periféricos *Android Wear 2.0*, que permitem que o utilizador pratique exercício físico no exterior sem a necessidade de ter o seu *smartphone* consigo, usando um *smartwatch* para registar as suas atividades.

Em termos comerciais a aplicação contém anúncios e compras na aplicação. Há a possibilidade de os utilizadores se tornarem *premium*, sendo que o custo não é especificado na página da aplicação. No entanto, aderir ao modo *premium* traz como benefício mais funcionalidades. Essas funcionalidades passam por um plano personalizado para transformação corporal de doze semanas, planos de treino ilimitados para corridas ou maratonas, tutoriais em vídeo realizados por profissionais, registo de recordes atingidos e melhores tempos pessoais, análises e estatísticas avançadas e ainda um relatório semanal acerca das atividades praticadas.

Com uma classificação de 4.5 e cerca de 772.863 avaliações, esta aplicação faz parte das escolhas dos editores.

### 2.1.10 Runmeter

Desenvolvida pela *Abvio Inc*, esta aplicação está disponível para *Android* e *iOS*.



Figura 10 – *Runmeter*

*Runmeter*<sup>10</sup> (Figura 10) é capaz de registar dados como calorias, distância percorrida, tempo de atividade, clima, velocidade e ritmo, entre outros, de uma vasta lista de atividades, como ciclismo, corrida ou até patinagem. A aplicação consegue também registar percursos recorrendo ao *Google Maps*, e tem a capacidade de detetar automaticamente paragens do utilizador. Os utilizadores podem ainda competir contra si próprios para um dado percurso já realizado, conseguindo acompanhar a corrida virtualmente através do mapa. Todos os treinos registados pela aplicação estão disponíveis para consulta do utilizador através de gráficos de barras ou circulares, calendário, percurso ou atividade.

Altamente personalizável, a aplicação permite ao utilizador definir que informação é apresentada, bem como a forma como esta é apresentada. É possível também aos utilizadores criar os seus planos de treino, embora já existam alguns na aplicação, como planos de treino para corridas com diferentes distâncias. Os utilizadores podem também configurar as informações áudio que pretendem receber durante um treino, de uma lista de mais de cento e vinte opções. Importar e exportar informação de treinos é também uma funcionalidade oferecida pela aplicação.

Sem qualquer tipo de autenticação necessária, a aplicação permite aos utilizadores analisarem os seus treinos no computador, recorrendo ao *Workout Explorer*.

---

<sup>10</sup> <https://abvio.com/runmeter/>

Com recurso a sensores, a aplicação é capaz de registar a frequência cardíaca, bem como velocidade ou cadência da bicicleta, caso a atividade seja ciclismo.

Os utilizadores podem partilhar a sua atividade através do *Facebook*, *Twitter*, *Strava*, entre outros. Podem ainda manter os amigos e familiares automaticamente notificados do seu progresso e localização, bem como ouvir respostas dos mesmos ao conteúdo partilhado.

No aspeto comercial, *Runmeter* contém anúncios e compras na aplicação. As compras na aplicação variam entre €10.99 e €11.99, sendo que dizem respeito a tornar a conta Elite. Utilizadores com conta Elite têm acesso às funcionalidades avançadas da aplicação, sendo que não é claro quais são essas funcionalidades.

*Runmeter* tem uma classificação de 3.9 na *Google Play Store*, com cerca de 37 avaliações.

### 2.1.11 Fitocracy

Desenvolvida pela *Fitocracy Inc*, disponível para *Android* e *iOS*, esta aplicação assemelha-se a uma rede social.

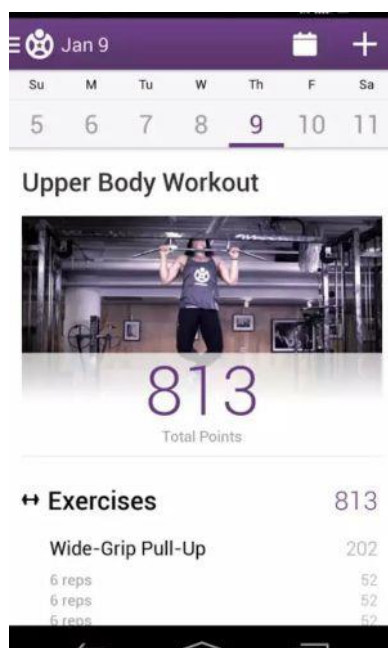


Figura 11 – *Fitocracy*

Com a aplicação *Fitocracy*<sup>11</sup> (Figura 11) os utilizadores podem pesquisar por exercícios ou planos de treino existentes que mais se adequem a si, e, após completar os mesmos, recebem a quantidade de pontos respetiva. Pontos recebidos contribuem para aumentar o nível do utilizador. Completar missões complementares dá pontos extra aos utilizadores. Ao atingir objetivos definidos pela aplicação, os utilizadores desbloqueiam emblemas. Os utilizadores

<sup>11</sup> <https://www.fitocracy.com/>

podem ainda visualizar informação relativa aos seus exercícios através de gráficos interativos, e têm acesso a artigos e conselhos diários do centro de conhecimento da aplicação.

No aspeto social, utilizadores podem tornar-se amigos, seguir outros utilizadores e partilhar e comentar exercícios publicados.

Através do registo no sítio *web* da aplicação, a mesma passará a estar sincronizada. Os utilizadores podem visualizar perfis de outros utilizadores para pesquisar exercícios e partilhar automaticamente o seu progresso no *Facebook* e *Twitter*, caso o pretendam.

No aspeto comercial, a aplicação não contém anúncios nem compras na aplicação, contudo é possível aos utilizadores contratarem um treinador pessoal desde 1USD por dia. Ao contratar um treinador pessoal, os utilizadores têm direito a escolher o treinador adequado para o objetivo que pretendem atingir, a um plano nutricional pessoal, exercícios preparados para si, aconselhamento diário por parte do treinador bem como a possibilidade de obter ajuda sempre que necessitarem.

Com cerca de 4745 avaliações na *Google Play Store*, esta aplicação tem uma classificação de 3.5.

### 2.1.12 Strava Running and Cycling

Desenvolvida pela *Strava Inc*, disponível para *Android* e *iOS*, esta aplicação de registo de atividade física apresenta uma forte componente competitiva.

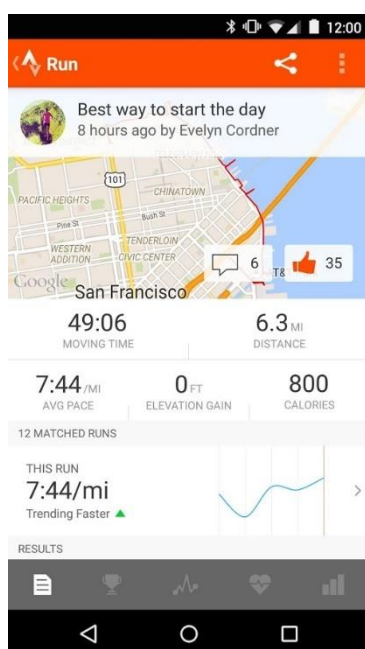


Figura 12 – Strava Running and Cycling

*Strava Running and Cycling*<sup>12</sup> (Figura 12) regista dados como velocidade, distância percorrida, ritmo, elevação e calorias gastas e ainda apresenta um mapa de atividade interativo. Os utilizadores têm ainda a possibilidade de analisar segmentos do seu exercício. O lado competitivo da aplicação passa por desafios mensais e tabelas classificativas, que desbloqueiam recompensas para os utilizadores. Funcionalidades como criar percursos, clubes e atividades de grupo apenas estão disponíveis usando o sítio *web* da aplicação.

No âmbito social a aplicação permite aos utilizadores partilhar fotografias e seguir outros utilizadores, podendo visualizar e comentar os seus treinos. Permite ainda partilhar detalhes de atividade no *Facebook*, *Twitter* e *Instagram*.

No que diz respeito a uso de periféricos, a aplicação está preparada para funcionar com praticamente todos os relógios de corrida *GPS*, computadores de bordo para bicicletas e monitores de atividade, como monitores de frequência cardíaca. Relógios *Android 2.0* também são suportados.

A aplicação não contém anúncios, contudo existem compras na aplicação, que variam entre os €4.87 e €67.69. Os utilizadores têm a possibilidade de se tornarem *premium*, o que traz uma série de vantagens. *Premium* tem o preço de €7.99 mensalmente ou €59.99 anualmente e acrescenta funcionalidades como comentários, dados de desempenho e análise de segmentos, todos em tempo real. São disponibilizadas também análises mais detalhadas durante as atividades, como análise do ritmo cardíaco, caso seja usado um monitor de frequência cardíaca, e análise de energia. O utilizador passa a ter as opções de ter os seus planos de treino personalizados, objetivos personalizados, filtrar as classificações, coleção de troféus, suporte e vantagens e descontos exclusivos. Os utilizadores *premium* podem ainda ver os seus amigos ativos, e ativar a funcionalidade "*Beacon*" que permite que até três pessoas possam monitorizar a sua localização em tempo real. Por fim, torna-se ainda possível importar e exportar dados.

Com cerca de 298.090 avaliações na *Google Play Store*, *Strava* tem uma classificação de 4.5 e pertence às escolhas dos editores.

### **2.1.13 Run with Map My Run**

Desenvolvida pela *MapMyFitness Inc*, empresa detida pela *Under Armour*, *Run with Map My Run*<sup>13</sup> (Figura 13) encontra-se disponível para *Android* e *iOS*. Esta aplicação pertence a uma lista de aplicações destinadas a diferentes desportos, como *Walk with Map my Walk*, contudo qualquer aplicação consegue registar mais de seiscentas atividades e todas possuem funcionalidades bastante semelhantes.

Recorrendo ao *GPS*, a aplicação regista dados como ritmo, percurso, distância, calorias gastas e elevação, e permite ainda personalizar comentários áudio para qualquer destes parâmetros.

---

<sup>12</sup> <https://www.strava.com/>

<sup>13</sup> <http://www.mapmyrun.com/>

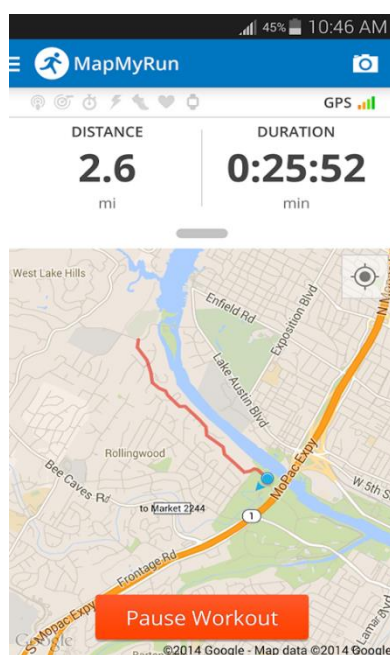


Figura 13 – Run with Map My Run

Estatísticas acerca das atividades do utilizador estão disponíveis para consulta, incluindo na forma de gráficos de barras. Os utilizadores podem ainda sincronizar a aplicação com outros dispositivos e aplicações, de forma a reunir toda a informação num só local. Duas das funcionalidades mais particulares desta aplicação são “Gear Tracker” e “Routes”. “Gear Tracker” permite monitorizar a quantidade de quilómetros percorridos com um determinado par de ténis e receber um alerta quando for aconselhável substituí-los. “Routes” possibilita aos utilizadores encontrar, guardar, criar ou partilhar locais para corrida.

A aplicação permite o uso de periféricos. Caso o utilizador pretenda, pode utilizar ténis da *Under Armour* capazes de ligar com a aplicação e registar os dados mais facilmente. É ainda possível aos utilizadores registar as suas refeições, recorrendo ao *MyFitnessPal*.

No aspeto social, é possível aos utilizadores visualizarem as atividades dos seus amigos e partilhar as suas no *Facebook* e *Twitter*. Existem também desafios e tabelas classificativas que atribuem prémios aos utilizadores.

No aspeto comercial existem anúncios e compras na aplicação, que variam entre €4.36 e €32.99. Os utilizadores têm ainda a possibilidade de se tornarem utilizadores *premium MVP* com um custo de €6.49 mensalmente ou €32.99 anualmente, que se traduz em €2.75 mensalmente. Utilizadores *premium* têm uma série de funcionalidades acrescentadas como a remoção de anúncios, planos de treino dinâmicos para diferentes objetivos, monitorização e análise de parâmetros como frequência cardíaca, energia e cadência, com o uso de dispositivos monitores adequados. Podem ainda receber indicações áudio, partilhar a sua localização em tempo real, exportar os seus dados e aceder a mapas e tabelas classificativas avançadas. Esta aplicação tem uma classificação de 4.5 na *Google Play Store*, com cerca de 168.291 avaliações.

### 2.1.14 Runkeeper

Desenvolvida pela *FitnessKeeper Inc*, *Runkeeper*<sup>14</sup> (Figura 14) está disponível para dispositivos *Android* e *iOS*.



Figura 14 – *Runkeeper*

Recorrendo ao *GPS*, a aplicação proporciona ao utilizador uma visão clara acerca da sua atividade em tempo real, podendo essa atividade ser corrida, ciclismo, escalada ou até mesmo exercícios recorrendo a máquinas, uma vez que tem um modo de cronómetro que permite ao utilizador registar atividades realizadas em locais fechados. A aplicação regista dados como percurso, permitindo guardar, descobrir ou criar percursos, tempo de atividade, ritmo e distância percorrida, sendo que estes últimos três parâmetros podem ser configurados para ser transmitidos ao utilizador em tempo real através de voz. A aplicação permite ainda ao utilizador criar objetivos, que aplicação ajuda a atingir, bem como seguir planos de treino já existentes, sendo que o utilizador é notificado caso não os esteja a cumprir. Utilizadores que cumpram desafios recebem recompensas.

*Runkeeper* é capaz de integrar com outras aplicações, como o *Spotify*, permitindo ao utilizador escutar as suas listas de reprodução favoritas enquanto se exercita. Consegue também sincronizar com aplicações como o *Fitbit* e *MyFitnessPal*. No que diz respeito a periféricos, a aplicação é capaz de conectar com dispositivos *bluetooth* como auscultadores e monitores de frequência cardíaca. Sincronização com *Android Wear*, *Pebble* e relógios *Garmin* também é possível.

---

<sup>14</sup> <https://runkeeper.com/index>

No aspeto social, os utilizadores têm a capacidade de criar grupos, nos quais podem criar desafios, convidar amigos, analisar o progresso dos vários utilizadores e comunicar através de conversas. Os utilizadores têm também a possibilidade de partilhar as suas atividades no *Facebook* e *Twitter*.

No aspeto comercial, a aplicação contém anúncios e compras na aplicação, que variam entre €0.74 e €39.99. Os utilizadores podem tornar-se *premium*, pagando €9.99 mensalmente ou €39.99 anualmente, que se traduz em €3.33 mensalmente. Utilizadores *premium* têm acesso a funcionalidades como perspetivas de progresso, previsões climatéricas, calendarização de exercícios, comparação entre exercícios, planos *premium* de treino e acompanhamento ao vivo. Os utilizadores podem ainda, caso assim desejem, oferecer *premium* durante um mês a outros utilizadores.

Com cerca de 480.438 avaliações, esta aplicação tem uma classificação de 4.5 na *Google Play Store*.

### 2.1.15 CarrotFit!

Desenvolvida pela *Grailr LLC*, *CarrotFit*<sup>15</sup> (Figura 15) está apenas disponível para *iOS*.

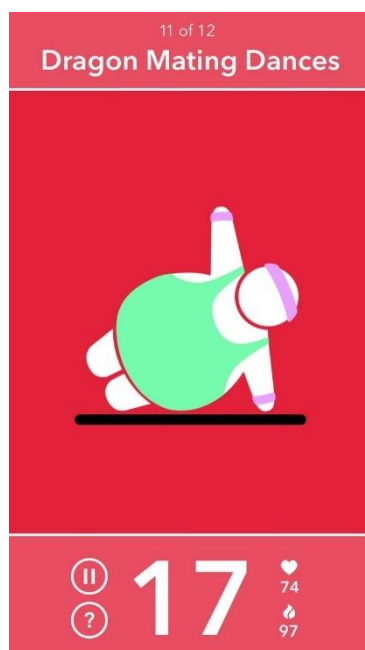


Figura 15 – *CarrotFit!*

Esta aplicação tem como objetivo motivar o utilizador a completar treinos intensos de sete minutos, de forma a controlar o seu peso, seja qual for o objetivo de cada utilizador. Todos os

<sup>15</sup> <http://support.meetcarrot.com/fit/>

treinos são compostos por exercícios peculiares como “Murros na cara de celebridades” ou “Subidas do monte inferno”.

A aplicação motiva e guia o utilizador, através de voz, recorrendo a ameaças, inspiração, ridicularização e chantagem. Os utilizadores introduzem o seu peso atual, sendo que o podem atualizar uma vez por dia. Podem também calcular o seu índice de massa corporal, visualizar a quantidade de passos dados num certo dia, visualizar as suas variações de peso num gráfico, e ver os seus treinos num calendário. O diálogo da aplicação com o utilizador irá modificar consoante o utilizador aumente ou diminua de peso. Os utilizadores podem subir de nível e receber recompensas consoante o seu desempenho.

*CarrotFit* é capaz de sincronizar com a aplicação “*Apple's Health*” e pode também ser usada com um relógio *Apple*.

No aspeto comercial, a aplicação tem um custo de 3.99USD e permite aos utilizadores comprarem um pacote de doze exercícios por 1.99USD.

Com cerca de 2263 avaliações, a aplicação tem uma classificação de 4.5 na *Apple Store*.

### **2.1.16 Tabela Comparativa**

A Tabela 1, apresentada na página seguinte, tem como objetivo comparar as principais características de uma aplicação de registo de atividade física, usando os vários exemplos analisados neste capítulo. Convém referir que competição diz respeito a qualquer aspeto competitivo que aplicação possua, quer seja duelos com outros utilizadores, tabelas classificativas ou superação de um recorde pessoal.

Tabela 1 – Comparação entre as aplicações de registo de atividade física

Funcionalidades Aplicações	Multiplataforma	Registo de Métricas simples (passos, distância, ...)	Registo de Métricas avançadas (refeições, sono, ...)	Competição	Comandos de voz	Comentários áudio	Integração com redes sociais	Integração com periféricos
Up	x	x	x	x				x
Fitbit	x	x	x	x	x		x	x
GoogleFit		x	x					x
Nike+ Run Club	x	x		x				
Moves	x	x						
Endomondo	x	x		x		x	x	x
SportsTracker	x	x	x	x			x	x
JogTracker		x	x	x		x	x	x
Runtastic	x	x	x	x		x		x
Runmeter	x	x	x	x		x	x	x
Fitocracy	x			x			x	
Strava	x	x	x	x			x	x
Run with MapMyRun	x	x	x	x		x	x	x
Runkeeper	x	x	x	x		x	x	x
CarrotFit		x		x		x		x

## 2.2 Exergames

A principal característica deste tipo de aplicações é que, quer o jogo possua narrativa ou não, os utilizadores necessitam de se movimentar de forma a progredirem. Outra particularidade da maioria destas aplicações é não registarem dados do exercício do utilizador.

### 2.2.1 Zombies, run!

Desenvolvido pela *Six to Start*, *Zombies, Run!*<sup>16</sup> (Figura 16) é um jogo de aventura baseado num apocalipse *zombie*, disponível para *Android* e *iOS*.

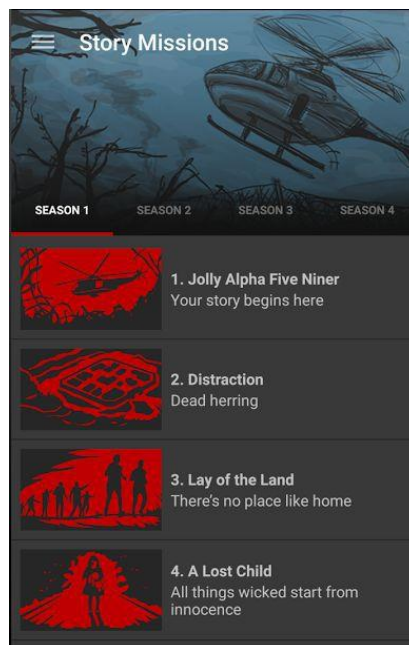


Figura 16 – *Zombies, Run!*

O jogador encarna a personagem “*Runner 5*”, responsável por reconstruir a sua base de forma a sobreviver ao apocalipse. Para reconstruir a sua base, cada jogador deve completar várias missões, através de corridas ou caminhadas, durante as quais consegue reunir itens que permitem evoluir a base. Durante as missões, os jogadores podem escutar as suas próprias listas de reprodução, no entanto, entre músicas, irão ouvir narrações áudio para desvendar a história. Caso os jogadores assim desejem podem ainda ativar o modo de perseguição, o que significa que durante as suas corridas, quando perceberem que estão a ser perseguidos por *zombies*, através de áudio, os jogadores têm de escapar. Caso o jogador perceba que não vai conseguir evitar os *zombies*, pode largar itens que já encontrou de forma a distrair o grupo que o persegue. Os jogadores podem ainda visualizar gráficos e estatísticas detalhadas acerca das suas corridas, do seu progresso no jogo e das músicas mais ouvidas enquanto completam

<sup>16</sup> <https://zombiesrungame.com/>

missões. Com o registo gratuito no serviço *ZombieLink*, os jogadores podem ver e partilhar as suas corridas, tal como analisar o seu percurso e histórico de corridas completo.

O jogo contém anúncios e compras. A subscrição para o modo *PRO* custa €3,99 mensalmente ou €24,99 anualmente. Com esta versão os utilizadores têm direito a todas as missões da história imediatamente. As missões estão divididas em temporadas, sendo que utilizadores que não subscrevam ao modo *PRO* têm direito a quatro missões iniciais e, semanalmente, uma nova missão é desbloqueada. Utilizadores subscritores têm ainda direito a criar as suas próprias missões e a utilizar o *Airdrop Mode*, que permite ao utilizador escolher um local no mundo real para um pacote de abastecimento ser largado, cujo jogador deve ir recolher, sendo que o jogo é capaz de criar automaticamente a missão, inserindo-a assim na história.

*Zombies, Run!* tem uma classificação de 4.3 na *Google Play Store*, com cerca de 16473 avaliações.

## 2.2.2 Runbit

Disponível para *Android*, *iOS* e *Windows Phone* e desenvolvido pela *QuidBit AB*, *Runbit*<sup>17</sup> (Figura 17) tem como objetivo transformar a cidade do jogador num jogo.

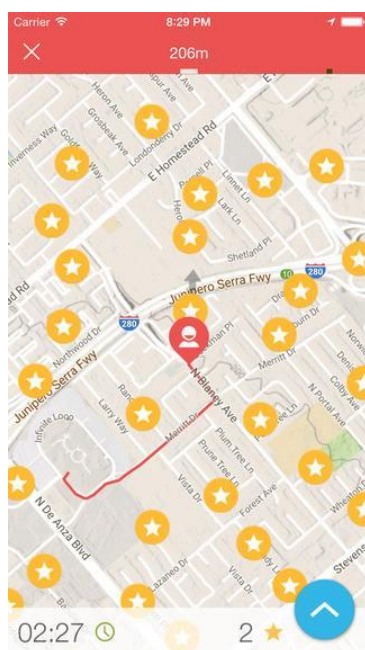


Figura 17 – Runbit

Cada jogador visualiza no mapa, quer seja o mapa da aplicação, quer seja recorrendo ao *Google Maps*, três tipos de ícones diferentes. Cada ícone representa um desafio diferente, podendo o

---

<sup>17</sup> <https://runbit.se/>

desafio ser colecionar estrelas e escapar ou perseguir animais. Compete aos jogadores completar as tarefas quer seja correndo, caminhando ou usando uma bicicleta.

O jogo é capaz de gerar fotografias do progresso do jogador e dá a hipótese de as partilhar em algumas redes sociais como *Facebook* e *Instagram*.

Duas das particularidades deste jogo são o facto de não ser necessário que o utilizador se registre, uma vez que toda a informação é armazenada na aplicação, e o facto de a aplicação não registar dados relacionados com atividade física, como calorias gastas. A explicação dada pelos desenvolvedores para esta última particularidade é baseada no objetivo do jogo, dizendo que não registam este tipo de dados pois na maioria das vezes são fontes de ansiedade e pressão, e o objetivo é que os jogadores se divirtam, cada um ao seu ritmo. Não obstante, a aplicação é capaz de sincronizar com algumas aplicações que efetuam este tipo de registos, bem com interligar com alguns periféricos.

No aspeto comercial, existem compras na aplicação que variam entre €1.49 e €2.49.

Com um total de cerca de 200 avaliações, a aplicação tem uma classificação de 4.0 na *Google Play Store*.

### 2.2.3 Ingress

Desenvolvido pela *Niantic* e disponível para *Android* e *iOS*, *Ingress*<sup>18</sup> (Figura 18) usa o mundo real como base para um jogo de mistério e competição, recorrendo ao *GPS*.

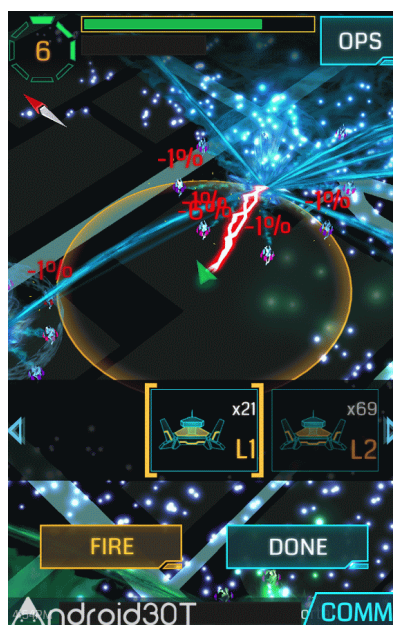


Figura 18 – Ingress

<sup>18</sup> <https://www.ingress.com/>

A história é baseada numa nova energia, matéria exótica, cujo propósito é desconhecido, que parece capaz de influenciar a forma de pensar da humanidade. Os jogadores podem escolher juntar-se a uma das duas equipas existentes, à equipa “*The Enlightened*”, que pretende utilizar o poder da energia ou à equipa “*The Resistance*”, que pretende combater a energia e proteger a humanidade. Seja qual for a equipa, os jogadores consultam o mapa e deslocam-se de encontro a novos objetos, tecnologia e locais para conquistar, de forma a ajudar a sua equipa a vencer. Os jogadores podem não só formar alianças com pessoas da mesma cidade para controlarem o maior número de territórios possível, mas também consultar a evolução de utilizadores de todo o mundo, e planear a melhor estratégia para a sua equipa através de um mapa de informação.

A narrativa do jogo está em constante evolução. Eventos especiais, conhecidos como anomalias, são organizados com alguma frequência, onde jogadores de ambas as equipas competem para conquistar portais. Regularmente, personagens do enredo do jogo participam nestes eventos.

O modelo de negócio deste jogo não é só baseado em compras na aplicação, que variam entre os €1.99 e os €109.99, mas também na publicidade, no sentido em que algumas grandes empresas pagam para que os seus estabelecimentos sejam incorporados no jogo como portais, como foi o caso do grupo AXA<sup>19</sup>.

Com cerca de 386.276 avaliações na *Google Play Store*, *Ingress* tem uma classificação de 4.3.

#### 2.2.4 Pokémon Go

Disponível para *Android* e *iOS*, também desenvolvido pela *Niantic*, *Pokémon Go*<sup>20</sup> (Figura 19) é baseado na conhecida série *Pokémon*, como o próprio nome indica.

Recorrendo ao *GPS*, o jogo é capaz de colocar os objetos do jogo, como *pokémons*, no mesmo local do mundo real onde se encontra o utilizador através de realidade aumentada, ou apresentá-los num mapa com um fundo genérico.

Cada jogador pode efetuar diversas ações, sendo que tem de se deslocar no mundo real para se dirigir aos locais de interesse. Aquando do seu registo, o utilizador pode criar e personalizar o seu avatar, que de seguida irá ser apresentado num mapa, com base na posição real do jogador. Nesse mesmo mapa estão representados pontos chave do jogo, como *PokéStops* e *PokémonGyms*. *PokéStops* são locais onde o utilizador pode encontrar itens necessários para evoluir, *PokémonGyms* são locais destinados a batalhas. As batalhas só estão disponíveis após o jogador atingir o nível cinco e escolher uma das três equipas existentes.

---

<sup>19</sup> <https://www.axa.com/en/newsroom/news/ingress-en>

<sup>20</sup> <https://pokemongo.nianticlabs.com/en/>



Figura 19 – *Pokémon Go*

No que diz respeito a capturar *pokémons*, à medida que se deslocam no mundo real, os jogadores são alertados quando existirem *pokémons* por perto. Compete ao jogador ir ao encontro do *pokémon*, se for do seu interesse, e capturá-lo lançando uma *pokéball* na sua direção. Caso o jogador seja bem-sucedido na captura do *pokémon*, passa a ser o seu dono e a partir daí pode evolui-lo ou usá-lo em batalhas. O objetivo principal do jogo é capturar todos os *pokémons* existentes. *Pokémons* podem surgir apenas em áreas específicas, como por exemplo, *pokémons* do tipo água surgem junto de lagos e rios.

Batalhas e captura de *pokémons* não são as únicas motivações para o jogador caminhar. Existem ovos no jogo que requerem uma certa quantidade de quilómetros percorridos pelo utilizador, de forma a conseguirem que um *pokémon* nasça. Quanto maior for o número de quilómetros necessários, melhor será o *pokémon*. O jogo continua em evolução, tendo já sido integradas novas funcionalidades desde o lançamento do jogo, como “*Buddy Pokémon*” e “*Raid battles*”. A primeira permite aos jogadores escolherem um *pokémon* para aparecer ao lado do seu avatar e dá prémios ao jogador baseados na sua escolha, a segunda funcionalidade permite que jogadores se juntem e lutem como equipa contra um *pokémon* bastante evoluído.

No aspeto comercial, é possível fazer compras no jogo que variam entre €0.99 e €109.99. Embora ainda não seja conhecido nenhum caso, é bastante provável que ocorra o mesmo com *PokéStops* e *PokémonGyms* que ocorreu com os portais do *Ingress*, ou seja, que estabelecimentos e empresas paguem para que estes pontos chave do jogo sejam nos seus estabelecimentos.

Com cerca de 9.674.349 avaliações, este jogo tem uma classificação de 4.1 na *Google Play Store* e pertence às escolhas dos editores.

## 2.2.5 CodeRunner

Apenas disponível para *iOS*, desenvolvido pela *RocketChicken Interactive*, *CodeRunner*<sup>21</sup> (Figura 20) faz uso do sensor *GPS* para levar o utilizador numa missão secreta que envolve pirataria, espionagem, sabotagem e homicídios.

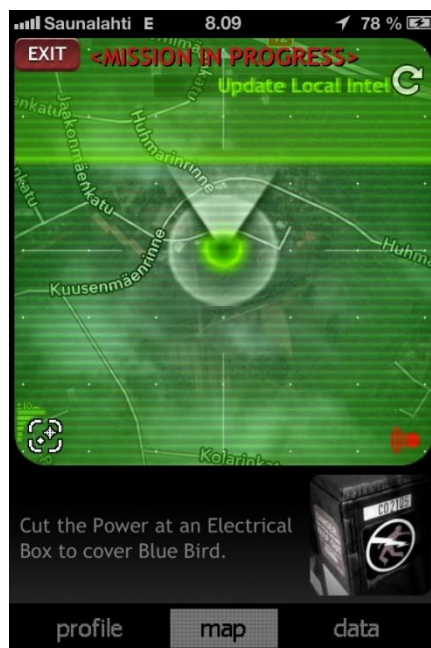


Figura 20 – *CodeRunner*

Um dos pontos mais fortes deste jogo é a introdução de cada jogador na narrativa, uma vez que o jogo é capaz de adaptar a sua narrativa à localização do jogador e imergir o utilizador na mesma, através de narração áudio e de vídeos. Guiando o jogador através destes vídeos e narrações, os jogadores têm de se deslocar até aos locais indicados e completar tarefas, tarefas essas que variam desde perseguir personagens da história, piratear redes sem fios para reunir informação, colocar escutas em personagens, até resolver enigmas colocados num determinado local por outros utilizadores ou criar o próprio enigma. Cada jogador pode ainda deixar pistas secretas para outros utilizadores encontrarem.

O mesmo ponto forte deste jogo, é agora um ponto fraco na perspetiva de alguns utilizadores, uma vez que a aplicação, embora ainda exista na *Apple Store*, foi descontinuada, o que implica que a narrativa não evoluiu.

No aspeto comercial, esta aplicação não é gratuita e tem um custo de 1.99USD.

Com cerca de 151 avaliações, este jogo tem uma classificação de 4.5 na *Apple Store*.

<sup>21</sup> <http://www.coderunnergame.com/>

## 2.2.6 RunAway

*RunAway* (Figura 21) foi desenvolvido pela *PlaceChallenge* destinado a dispositivos móveis *Android*, *iOS* e *Windows*.

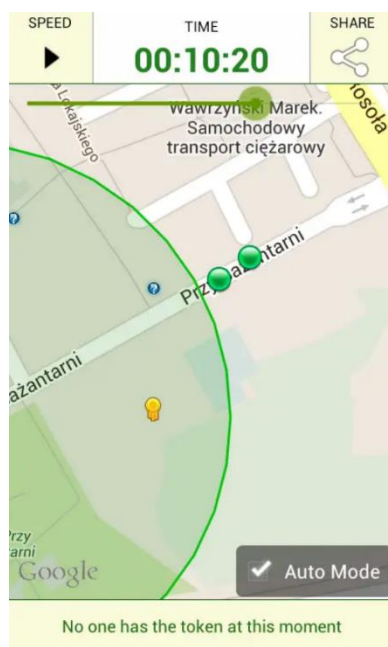


Figura 21 – *RunAway*

Neste jogo, o objetivo é ser o primeiro a obter uma moeda e guardar a mesma até ao fim do jogo. Com o uso do sensor *GPS*, após o jogo estar criado e ter sido iniciado, os jogadores podem ver no mapa onde se encontra a moeda e os restantes jogadores. O jogador que alcançar a moeda primeiro deve continuar a correr de forma a escapar aos outros jogadores e proteger a moeda até ao final do jogo. Qualquer jogador que se encontre a uma distância do portador inferior a cinquenta metros pode retirá-la ao mesmo.

Este jogo não apresenta qualquer tipo de publicidade nem compras na aplicação, e parece mesmo ter sido abandonado pela desenvolvedora, mesmo tendo recebido críticas positivas de vários utilizadores, nomeadamente acerca do conceito do jogo, que se aproxima de um jogo de capturar a bandeira na vida real.

Todavia, continua disponível na *Google Play Store* onde tem uma classificação de 3.8 com 8 avaliações, e na loja *Windows*, onde não tem qualquer classificação.

## 2.2.7 Serpent

*Serpent* (Figura 22) foi também desenvolvido pela *PlaceChallenge* e disponibilizado para *Android*, *iOS* e *Windows*.



Figura 22 – *Serpent*

Concebido para ser jogado em modo um contra um, entre pessoas que estejam próximas, utiliza o *GPS* para localizar ambos os jogadores. Os jogadores começam por escolher o local de partida, cada um o seu, e à medida que correm vão deixando um rasto que é visível no mapa do seu adversário. O objetivo do jogo passa por um jogador ser capaz de interromper o trajeto do adversário, causando assim a interseção entre os dois trajetos e vencendo o jogo.

*Serpent* não tem qualquer tipo de publicidade ou compras aplicação e aparenta, tal como o *RunAway*, ter sido abandonado pela desenvolvedora.

Este jogo apenas se encontra disponível na *Google Play Store*, de momento, onde tem uma classificação de 4.1 com 7 avaliações.

### 2.2.8 TrezrHunt

Disponível para *Android*, *TrezrHunt*<sup>22</sup> (Figura 23) foi desenvolvido pela *Team Action Zone*.

Nesta aplicação, um jogador é capaz de criar um jogo, onde pode escolher o tamanho do local de caça ao tesouro, que varia entre os cem e os mil metros quadrados, e a dificuldade do jogo. A este jogo são capazes de se juntar entre um a cinco outros jogadores que se encontrem nas redondezas. Quando a aplicação conseguir obter a localização de todos os jogadores, utilizando o *GPS*, o jogador que criou o jogo pode dar início ao jogo. Após o início do jogo, o jogador consegue ver uma personagem no ecrã, de seu nome "*Eddie*", que se move de acordo com o

<sup>22</sup> <http://www.taz.fi/?p=1486>

jogador. Consegue ainda visualizar o local onde se encontram as joias, que atribuem pontuações diferentes ao jogador que as apanhar.

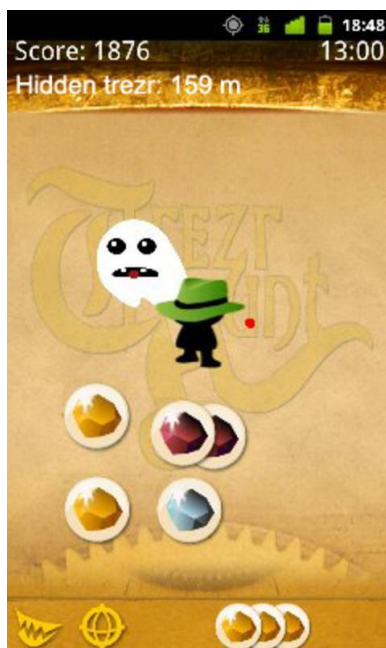


Figura 23 – Trezr Hunt

Uma joia amarela vale vinte e cinco pontos, uma joia vermelha vale cinquenta pontos e uma joia azul vale duzentos pontos. Consegue ainda visualizar fantasmas de dois tipos, brancos e vermelhos. Quando um jogador colide com um fantasma branco, os seus pontos diminuem, quando colide com um vermelho, perde instantaneamente. Os jogadores têm a possibilidade de deixar armadilhas no seu caminho que, se capturarem algum fantasma, atribuem pontos ao jogador que a colocou. Por fim, vence o jogador que conseguir a maior pontuação ao fim de um determinado período.

*Trezr Hunt* tem uma classificação de 2.7 na *Google Play Store*, com cerca de 22 avaliações.

### 2.2.9 Tabela Comparativa

A Tabela 2, apresentada na página seguinte, mostra a comparação entre os *exergames* analisados acima, tendo em conta várias características identificadas nos jogos analisados. Contudo, alguns dos *exergames* analisados podem receber atualizações para adicionar funcionalidades. Da mesma forma que, para algumas das aplicações analisadas, a quantidade de informação disponível é limitada, uma vez que foram descontinuadas.

Tabela 2 – Comparação entre *exergames*

Exergames	Zombies, Run!	Runbit	Ingress	Pokémon Go	CodeRunner	RunAway	Serpent	TrezeHunt
<b>Funcionalidades</b>								
<b>Multiplataforma</b>	x	x	x	x		x	x	
<b>Aplicação Grátis</b>	x	x	x	x		x	x	x
<b>Aplicação Paga</b>					x			
<b>Compras na Aplicação</b>	x	x	x	x				
<b>Anúncios</b>	x							
<b>Narrativa</b>	x		x	x	x			
<b>Narração através de Áudio</b>	x				x			
<b>Modo Competitivo</b>	x	x	x	x	x	x	x	x
<b>Modo Colaborativo</b>			x	x	x			
<b>Registo de Métricas</b>	x							
<b>Integração com Aplicações de Registo</b>		x						
<b>Integração com Periféricos</b>		x						
<b>Partilhar Dados em Redes Sociais</b>		x				x		

## 2.3 Dispositivos de monitorização

As principais características destes dispositivos, para além do registo automático de métricas simples, é a capacidade para registar métricas avançadas, como frequência cardíaca e registo de sono. Para além disto, alguns destes dispositivos são capazes de oferecer indicações aos utilizadores, sejam elas instruções de recuperação ou treinos personalizados.

### 2.3.1 Fitbit Blaze

O dispositivo *Fitbit Blaze*<sup>23</sup> (Figura 24) foi desenvolvido pela *Fitbit* e tem um custo de 199.95€. Este dispositivo não é totalmente resistente à água, mas resiste a chuva e possíveis salpicos de água.



Figura 24 – *Fitbit blaze*

O dispositivo é capaz de registar uma variedade de métricas. A maioria pode ser consultada diretamente no dispositivo, no entanto existem métricas que apenas estão disponíveis para consulta no painel de controlo da aplicação *Fitbit*, quando sincronizada com o dispositivo.

As métricas que podem ser consultadas no dispositivo são os passos dados, frequência cardíaca, atividade horária, distância percorrida, calorias gastas, pisos subidos e minutos em atividade.

---

<sup>23</sup> <https://www.fitbit.com/eu/blaze#features>

As métricas que apenas estão disponíveis para consulta no painel de controlo *fitbit* são o histórico detalhado da frequência cardíaca, incluindo o tempo passado em cada zona de frequência cardíaca, e as horas e estágios de sono.

Uma das principais funcionalidades deste aparelho é a existência de zonas de frequência cardíaca. Estas zonas têm como objetivo auxiliar o utilizador a atingir a intensidade de treino desejada. O relógio mostra a zona atual e a frequência cardíaca. No painel de controlo *fitbit* é possível visualizar o tempo passado em cada zona durante um determinado dia ou exercício.

As zonas por defeito foram definidas com base nas recomendações da *American Heart Association*. Contudo é possível criar uma zona personalizada, caso o utilizador tenha uma frequência cardíaca específica como objetivo.

As zonas por defeito são calculadas usando uma estimativa da frequência cardíaca máxima do utilizador. A fórmula usada para este efeito é conhecida e é dada por  $220 - \text{Idade do Utilizador}$ .

As zonas por defeito estão divididas em:

- **Fora da Zona:** significa que a frequência cardíaca do utilizador está abaixo de 50% da sua frequência cardíaca máxima. Esta frequência cardíaca não é suficiente para ser considerada exercício;
- **Zona Queima Gordura:** significa que a frequência cardíaca do utilizador está entre 50% e 69% da sua frequência cardíaca máxima. Esta é a zona de exercício de baixa a média intensidade;
- **Zona Cardio:** significa que a frequência cardíaca do utilizador está entre 70% e 84% da sua frequência cardíaca máxima, é a zona de exercício de intensidade média a alta;
- **Zona de Pico:** significa que a frequência cardíaca do utilizador é de 85% da sua frequência cardíaca máxima ou mais. É a zona de exercício de alta intensidade;

O *fitbit blaze* oferece ainda sessões guiadas de respiração, tendo como base a frequência cardíaca do utilizador, na altura.

O dispositivo tem também capacidade para manter um registo de sono do utilizador. Esta funcionalidade permite aos utilizadores, que utilizem o dispositivo enquanto dormem, consultar a quantidade de horas dormidas bem como quanto tempo passaram num determinado estágio do sono, seja leve, profundo ou *REM*. Os utilizadores têm a possibilidade de estabelecer objetivos para as horas de sono. Por defeito, o objetivo são oito horas de sono, no entanto o utilizador pode alterar este valor.

Uma outra possibilidade proporcionada aos utilizadores é a de estabelecerem um objetivo diário. Por defeito, o objetivo é atingir os dez mil passos, contudo o utilizador pode alterar este

número, ou escolher outra métrica como objetivo, seja calorias gastas, pisos subidos ou distância percorrida. Assim que o utilizador atinja o seu objetivo, o dispositivo alerta-o.

O utilizador tem a possibilidade de consultar em tempo real os dados do seu exercício, bastando introduzir manualmente o início e fim da atividade. No entanto, o dispositivo *fitbit blaze* é capaz de detetar e registar exercício automaticamente recorrendo à funcionalidade *SmartTrack*, que após sincronização do dispositivo, torna automaticamente disponíveis para consulta as métricas registadas. Por defeito, esta funcionalidade apenas regista atividade com duração igual ou superior a quinze minutos, sendo que é possível ser configurada ou até desativada pelo utilizador.

No menu de exercícios, os utilizadores podem escolher, entre algumas atividades, qual vão praticar. Algumas destas atividades, como corrida e escalada, têm a opção de ativar *GPS*. O *Fitbit Blaze* não possui *GPS* integrado, o que significa que caso o utilizador o pretenda usar deve sincronizar o relógio com o *GPS* do seu dispositivo móvel.

Todos os exercícios registados estão disponíveis para uma análise mais detalhada no histórico de exercícios.

### 2.3.2 Huawei Band 2 Pro

O dispositivo de monitorização *Band 2 Pro*<sup>24</sup> (Figura 25), desenvolvido pela *Huawei*, tem um custo associado de 99.99€. Quando sincronizado com um *smartphone Huawei*, é possível ao utilizador receber as notificações na pulseira.



Figura 25 – Huawei Band 2 Pro

---

<sup>24</sup> <https://consumer.huawei.com/en/wearables/band2/>

Capaz de registar métricas como passos dados, velocidade, direção, distância percorrida e frequência cardíaca, este dispositivo possui duas particularidades interessantes para a sua gama de preço. Uma dessas particularidades é o *GPS* integrado, o que aumenta a precisão de registo de algumas das métricas, a outra é o facto de ser resistente à água, até uma determinada pressão, o que permite aos utilizadores acompanharem o seu desempenho enquanto praticam natação. Contudo, uma menos valia do dispositivo é não permitir a alteração de objetivos, como por exemplo, não permite alterar o valor de dez mil passos diários.

Para além do registo de métricas, este dispositivo utiliza um algoritmo, *Firstbeat*, que é um algoritmo profissional de análise de movimento. Este algoritmo avalia o estilo de corrida do utilizador, proporcionando treinos personalizados que visam melhorar a resistência e a distância percorrida. Consegue ainda estimar a taxa máxima de consumo de oxigénio durante o exercício, o que permite fornecer instruções ao utilizador para a recuperação ideal.

No que diz respeito à monitorização da frequência cardíaca, esta está sempre em funcionamento e permite ao dispositivo aconselhar o utilizador, baseando-se na análise dos dados, com o objetivo de melhorar o desempenho e saúde do mesmo.

A monitorização do sono é também uma funcionalidade existente. Validada cientificamente, esta monitorização permite aos utilizadores perceber como foi o seu sono, uma vez que o dispositivo consegue registar os três estágios do sono, sono leve, profundo e *REM*.

Por último, o dispositivo possui instruções de respiração, que visam aumentar a concentração e o relaxamento do utilizador.

### **2.3.3 Xiaomi Mi Band 2**

A *Mi Band 2*<sup>25</sup> (Figura 26), desenvolvida pela *Xiaomi*, encontra-se disponível por um preço que varia entre os 22€ e os 42.50€. Quando sincronizada com um *smartphone Xiaomi*, ou qualquer outro com um sistema operativo *Android 5.0 Lollipop* ou superior, torna possível desbloquear o mesmo sem recorrer à impressão digital ou código. Torna-se possível também receber notificações de chamadas e mensagens.

No que diz respeito à resistência à água, tal como o *Fitbit Blaze*, este dispositivo é capaz de resistir a chuva e a salpicos de água.

As métricas registadas por esta pulseira são os passos dados, distância percorrida, calorias gastas e frequência cardíaca. É ainda capaz de monitorizar o sono do utilizador.

Uma particularidade desta pulseira é a capacidade de alertar o utilizador, através de um vibrar subtil, para o facto de o mesmo estar há demasiado tempo parado, sem registar qualquer passo. Com recurso à aplicação *Mi Fit*, torna-se possível configurar este tipo de notificações, bem como

---

<sup>25</sup> <http://www.mi.com/en/miband2/>

alarmes. Para além disso é possível consultar o histórico diário, semanal e mensal dos passos dados, da frequência cardíaca e do sono.

A monitorização do sono é feita de forma automática, mas apenas regista os estágios de sono leve e sono profundo.



Figura 26 - *Xiaomi Mi Band 2*

#### **2.3.4 Moov Now**

O *Moov Now*<sup>26</sup> (Figura 27), desenvolvido pela *Moov*, encontra-se disponível por 51.52€.

Este dispositivo é um pouco distinto dos anteriores, uma vez que não se foca tanto no registo de métricas, mas sim em funcionar como um treinador pessoal, fornecendo instruções técnicas que visam melhorar o desempenho dos utilizadores. No entanto, é necessário usar a aplicação *Moov* para se conseguir obter instruções em áudio e consultar os dados da atividade praticada.

As métricas que este dispositivo é capaz de registar são os minutos em atividade e as calorias gastas. Consegue ainda monitorizar o sono, mas de uma forma muito básica, uma vez que não regista estágios de sono.

As atividades nas quais este dispositivo consegue atuar como um treinador em tempo real são corridas, ciclismo, treinos em circuito e boxe, embora este último exija dois dispositivos, um para cada braço. Caso o utilizador pratique natação o dispositivo não consegue atuar como treinador em tempo real, embora seja completamente resistente à água, mas no final da atividade apresenta a distância, velocidade, número de braçadas e distância percorrida por braçada.

---

<sup>26</sup> <https://welcome.moov.cc/moovnow/>

Relativamente à atividade de corrida, no final do treino, os dados fornecidos são o ritmo, amplitude de movimento, força de impacto, distância e calorias gastas. Caso o utilizador sincronize o dispositivo com o seu *smartphone* o percurso também é apresentado, uma vez que a pulseira não possui *GPS* integrado. Durante a corrida o dispositivo, recorrendo mais uma vez ao *smartphone*, fornece ao utilizador, através de áudio, indicações como por exemplo, diminuir o impacto quando pousa um dos pés e aumentar ou diminuir o ritmo ou amplitude da passada. Estas informações são úteis uma vez que, para além de prevenirem lesões, melhoram a técnica de corrida. No caso de a atividade ser ciclismo os dados apresentados são semelhantes.

Em atividades como treinos em circuito ou boxe, a aplicação fornece planos de treino ao utilizador, em que todos os exercícios têm um tutorial em vídeo. Os exercícios estão divididos por níveis e nenhum requer qualquer tipo de equipamento. No caso do boxe, os dados adicionais registados são o número de socos. Nos exercícios dos treinos em circuito são fornecidas informações como calorias gastas, número de repetições dos exercícios, o tempo gasto para os executar e quais foram executados corretamente.



Figura 27 – *Moov Now*

### 2.3.5 Tabela Comparativa

Importa agora, tal como realizado para as aplicações e *exergames*, comparar os periféricos analisados.

Existem várias características comuns a todos os dispositivos de monitorização de atividade física, contudo há funcionalidades bastante específicas a cada um. Estas particularidades de cada dispositivo não serão incluídas na tabela, caso contrário a tabela tornar-se-ia incompreensível. Convém também referir que resistência a chuva não foi considerado como resistência total à água.

A Tabela 3 apresenta então essa comparação.

Tabela 3 – Comparação entre dispositivos de monitorização de atividade física

Dispositivo	<i>Fitbit blaze</i>	<i>Huawei Band 2 Pro</i>	<i>Xiaomi Mi Band 2</i>	<i>Moov Now</i>
<b>Funcionalidades</b>				
Registo de passos	x	x	x	
Registo de distância percorrida	x	x	x	
Registo de velocidade		x		
Registo de calorias gastas	x		x	x
Registo de frequência cardíaca	x	x	x	
Registo de sono	x	x	x	x
Registo de minutos em atividade	x			x
Registo de atividade horária	x			
Consultar métricas em tempo real	x			
Escolher atividade praticada	x			x
Estabelecer objetivos	x			
Sessões guiadas de respiração	x	x		
Instruções para recuperação ideal		x		
Treinos personalizados		x		x
Resistente à água		x		x
GPS integrado		x		

## 2.4 Tecnologias Relevantes

Torna-se agora pertinente apresentar as tecnologias relevantes para o desenvolvimento do projeto.

### 2.4.1 Unreal Engine 4

*Unreal Engine 4*<sup>27</sup> (Figura 28) é um motor de jogo multiplataforma desenvolvido pela *Epic Games*. Este programa é de uso grátis, no entanto têm direito a 5% da receita bruta do produto, após os primeiros 3000\$ por trimestre.

<sup>27</sup> <https://www.unrealengine.com/en-US/features>

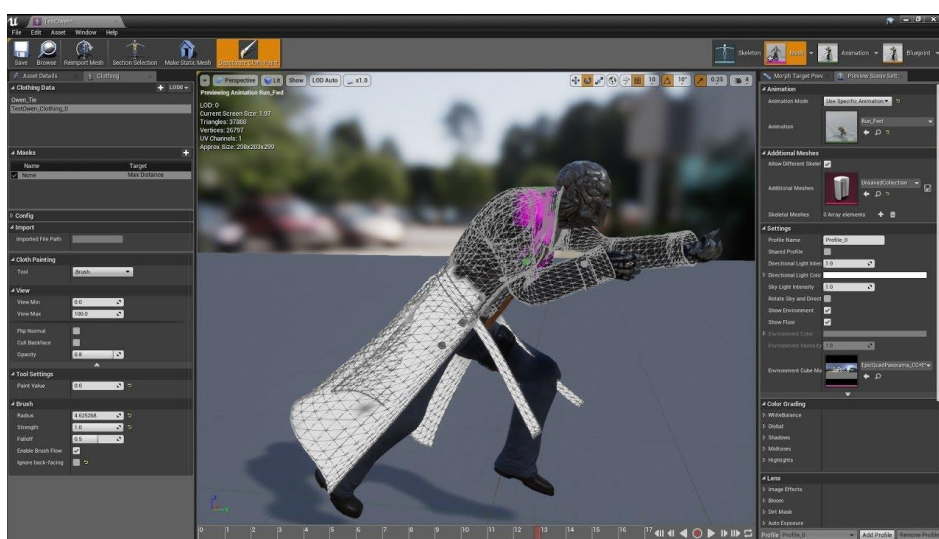


Figura 28 – Motor de jogo Unreal Engine 4.18

A versão mais recente é a versão 4.18<sup>28</sup>, que permite desenvolver desde jogos para dispositivos móveis 2D, até jogos para consolas e jogos que façam uso de tecnologia de realidade virtual. As principais funcionalidades da versão base são apresentadas na tabela que se segue. As novidades e melhorias da versão mais recente serão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 4 – Funcionalidades Unreal Engine 4

Funcionalidades
Renderização realista em tempo real;
Código fonte C++ completo incluído;
Modelo que permite criar conteúdos sem codificação;
Estrutura multijogador robusta;
Sistemas de partículas e efeitos visuais;
Efeitos pós-processo de alta qualidade;
Editor flexível de material;
Conjunto extenso de ferramentas de animação;
Ferramenta de última geração para criação e edição de cinemáticas;
Permite criar experiências em realidade virtual, realidade aumentada e realidade cruzada;
Editor completo no modo de realidade virtual;
Sistema de criação de paisagens;
Inteligência artificial avançada;
Ferramenta de criação e edição de áudio;
Navegador de conteúdo;
Integração com vários dispositivos e plataformas e ainda permite ao utilizador adicionar outras tecnologias;
Mercado de conteúdos;

<sup>28</sup> <https://www.unrealengine.com/en-US/blog/unreal-engine-4-18-released>

Tabela 5 – Funcionalidades e melhorias *Unreal Engine 4.18*

Funcionalidades e melhorias
Mapas de iluminação volumétricos;
Direção da luz de uma claraboia estática melhorada;
Múltiplas reflexões de luz indireta de uma claraboia estática;
Suporte para Apple ARKit iOS 11;
Suporte para <i>Google ARCore</i> ;
Suporte para <i>SteamVR</i> em <i>Mac</i> ;
Ferramentas de vestuário;
Aperfeiçoamento de várias ferramentas, nomeadamente a ferramenta de criação e edição de cinemáticas e do editor de conteúdos físicos;
Criação automática de corpos físicos;
Curva de alongamento temporal para a criação de animações;
Melhoria nas animações;
Melhoria na usabilidade, nomeadamente no sistema de pesquisa de conteúdos.
Funcionalidade de pré-visualização;
Sistema de <i>drag and drop</i> para reorganizar elementos de uma matriz;
Atualização de compatibilidade com as novas versões das plataformas dos parceiros;

#### 2.4.2 Corona SDK

*Corona SDK*<sup>29</sup> (Figura 29), desenvolvido pela *Corona Labs*, é um motor de jogo multiplataforma 2D baseado na linguagem de *script Lua*, que permite desenvolver jogos e aplicações para dispositivos móveis e fixos.



Figura 29 – Motor de jogo *Corona SDK*

<sup>29</sup> <https://coronalabs.com/product/>

A tabela que se segue apresenta as suas funcionalidades.

Tabela 6 – Funcionalidades *Corona SDK*

Funcionalidades
Multiplataforma;
Mais de mil <i>APIs</i> integradas;
Baseado na linguagem de <i>script Lua</i> ;
Simulação em tempo real de alterações no código;
Sistema de teste em tempo real, que atualiza automaticamente dispositivos a correr a versão atual da aplicação;
Otimizado para o desempenho, sem comprometer a velocidade;
Mercado de <i>plugins</i> integrado;
Permite incluir qualquer biblioteca nativa usando <i>Objective-C, Swift, Java, C e C++</i> ;
Permite criar e disponibilizar <i>plugins</i> a outros utilizadores;
Instalação simples, bastando descarregar e instalar.
Completamente grátis;
Sistema de criação de paisagens;
Inteligência artificial avançada;
Ferramenta de criação e edição de áudio;
Navegador de conteúdo;
Integração com vários dispositivos e plataformas e ainda permite ao utilizador adicionar outras tecnologias;
Mercado de conteúdos;

### 2.4.3 Unity3D

*Unity3D*<sup>30</sup> (Figura 30) é um motor de jogo desenvolvido pela *Unity Technologies*, multiplataforma, que permite desenvolver conteúdo tanto em *2D*, como em *3D*. O seu preço varia conforme a subscrição pretendida. Para estudantes ou pessoas que pretendam usar o programa como passatempo, o programa é gratuito. Para desenvolvedores sérios a licença tem o custo mensal de cerca de 25€. Para empresas ou estúdios a licença tem um custo mensal que ronda os 100€.

---

<sup>30</sup> <https://unity3d.com/pt/unity>

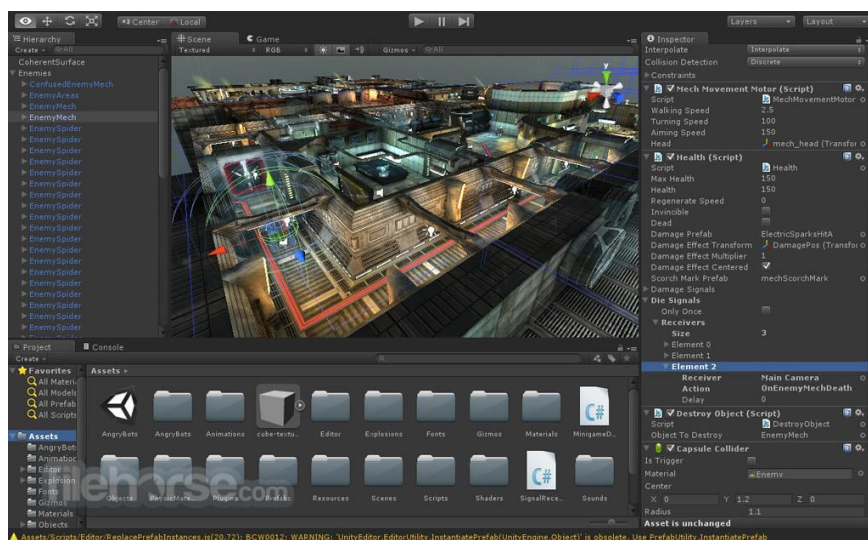


Figura 30 – Motor de jogo Unity3D 2017.3

A tabela que se segue apresenta as funcionalidades da versão base do Unity3D.

Tabela 7 – Funcionalidades Unity3D

<b>Funcionalidades</b>
Editor tudo em um;
Ferramenta de criação de personagens não jogáveis;
Ferramenta de criação de interfaces;
Motor de física;
Permite criar extensões personalizadas ou utilizar ferramentas, recursos ou extensões existentes na sua loja integrada;
Ferramenta de linha temporal, que permite criar conteúdos cinematográficos;
Câmaras inteligentes e dinâmicas que permitem a criação de conteúdos cinematómicos;
Funcionalidade de efeitos pós-processamento;
Ferramentas de animação. Permite ainda o uso de ferramentas externas para o efeito;
Simulação instantânea de alterações na iluminação;
Motor de renderização em tempo real;
Otimizado para desempenho;
Multiplataforma;
Fornecimento de servidores de configuração rápida para implementação de modo multijogador;
Serviço de partilha integrado para desenvolvimento em equipa;
Rede profissional e mercado de criadores integrado;
Ferramenta de análise em tempo real integrada, que visa auxiliar o desenvolvedor a melhorar o jogo e otimizar a experiência do utilizador;
Ferramenta que permite encontrar e resolver erros em tempo real;
Soluções integradas para maximizar a receita;
Serviço de publicidade;
Sistema de partilha de vídeos dos utilizadores;

A sua versão mais recente é a 2017.3<sup>31</sup>. A tabela que se segue apresenta as funcionalidades dessa versão.

Tabela 8 – Funcionalidades e melhorias *Unity3D 2017.3*

Funcionalidades e melhorias
Vídeo panorâmico em 180 ou 360 graus;
Melhorias no sistema de partículas;
Melhorias no motor de física;
Nova ferramenta de transformação;
Melhorias na ferramenta de criação de conteúdos cinemáticos;
Nova ferramenta de sombras para partículas;
Permite que a compilação de <i>scripts</i> seja definida pela desenvolvedor;
Melhorias nos gráficos;
Melhorias na iluminação;
Melhorias na biblioteca de compressão;
Suporte para <i>Xbox One X</i> ;
Ferramenta de eventos padrão, que permite adicionar facilmente eventos comuns;

#### 2.4.4 Node.js

*Node.js*<sup>32</sup> é um interpretador de código JavaScript, desenvolvido para auxiliar o desenvolvimento de aplicações escaláveis.

Com o foco na componente de redes e comunicações das aplicações, o *Node.js* permite retirar o código *JavaScript* do lado do cliente e colocar o mesmo no lado do servidor.

Adicionalmente, o *Node.js* tem uma grande compatibilidade com a base de dados *MongoDB*, que será utilizada neste projeto e apresentada de seguida.

#### 2.4.5 MongoDB

*MongoDB*<sup>33</sup> é uma base de dados orientada a documentos, o que a torna bastante flexível e escalável. Neste tipo de base de dados, ao invés de existirem as típicas tabelas com registos, existem coleções que contêm vários documentos.

A escalabilidade e flexibilidade desta base dados deve-se ao facto de os documentos guardados serem semelhantes a documentos *JSON*, o que significa que os atributos podem variar entre documentos e que as estruturas de dados podem ser alteradas ao longo do tempo.

<sup>31</sup> <https://blogs.unity3d.com/pt/2017/12/19/unity-2017-3-is-here/?-1801093418.1518005441>

<sup>32</sup> <https://nodejs.org/en/>

<sup>33</sup> <https://www.mongodb.com/>

Para além disto, o facto de suportar vários tipos de consultas aos dados, incluindo indexação e agregação em tempo real, em mais de dez linguagens de programação, tornam o tratamento da informação simples, ao mesmo tempo que permitem que a integração entre a *MongoDB* e outras tecnologias seja realizada sem dificuldades.

#### 2.4.6 Microsoft Visual Studio

O *Microsoft Visual Studio*<sup>34</sup> é um ambiente de desenvolvimento integrado que tem algumas funcionalidades bastante úteis, como:

- **Editor de código:** Suporta destaque de código e completa código automaticamente;
- **Depurador:** Permite analisar código e descobrir erros;
- **Designer:** Aditivos visuais que auxiliam o desenvolvimento de código;
- **Extensível:** Permite aos utilizadores desenvolverem extensões para serem integradas com o *Visual Studio*;

No âmbito deste projeto, este ambiente de desenvolvimento adequa-se perfeitamente, uma vez que as suas funcionalidades auxiliam o desenvolvimento de código, código este necessário ao motor de jogo *Unity3D*, que também está preparado para funcionar em paralelo com o *Microsoft Visual Studio*.

---

<sup>34</sup> <https://www.visualstudio.com/vs/>



## 3 Design da Solução

Este capítulo pretende clarificar a abordagem ao problema tendo em conta não só as soluções e tecnologias existentes apresentadas no capítulo anterior, mas também a aplicação a desenvolver. No que diz respeito à solução, será apresentada a visão e o desenho da solução a desenvolver, detalhando todos os aspetos chave do desenvolvimento, sejam eles os padrões e regras adotados ou a arquitetura de um determinado componente da solução. Por fim, será apresentada a proposta de valor da solução.

### 3.1 Visão da Solução

Como foi analisado no capítulo 2, existem aplicações de registo de atividade física, bastante completas, mas que não apresentam a componente de jogo. O problema que advém deste tipo de aplicações é a possível falta de motivação e conseqüente abandono da prática de atividade física por parte dos utilizadores. A componente de jogo tem o potencial de motivar os utilizadores para a prática de exercício físico, o que auxilia na resolução deste mesmo problema.

Posto isto, de acordo com a distinção efetuada na secção do estado da arte, a solução passa por desenvolver um *exergame* capaz de registar variáveis relativas à atividade física desempenhada pelo utilizador.

As secções que se seguem descrevem o jogo a desenvolver.

#### 3.1.1 Conceito

O aspeto chave da solução tem que ver com a capacidade de motivar os utilizadores a praticar regularmente exercício físico.

Primeiro, é necessário não esquecer que nem todas as pessoas apresentam os mesmos índices de competitividade. Então, embora competição seja uma excelente fonte de motivação para

peças competitivas, existem indivíduos que podem, pelo contrário, ver a sua motivação diminuir, pois não têm uma personalidade competitiva (Song et al., 2009).

Indivíduos pouco competitivos não percebem competição como uma fonte de motivação, assim sendo, é necessária outra forma de os cativar. Estes indivíduos tendem a estar mais motivados por atividades que promovam contacto social e colaboração (Silva, 2015).

Em virtude disto, é necessário incorporar no jogo aspetos que motivem o utilizador a praticar exercício físico. Como referido acima, nem todos os indivíduos se sentem motivados pelas mesmas razões, tornando-se assim necessário efetuar a distinção entre jogadores competitivos e jogador movidos pelo contacto social e trabalho em equipa. Com base nesta distinção, é necessário implementar os modos de jogo tendo em mente os dois tipos de utilizadores, de forma a despertar nos diferentes utilizadores o interesse em jogar e, principalmente, em praticar exercício físico.

### 3.1.2 Requisitos

No primeiro capítulo do presente documento já se encontram referidos alguns dos requisitos deste projeto. Esta secção tem como objetivo expor os mesmos de uma forma mais inteligível.

Como já referido ao longo deste documento, o jogo deve efetuar a distinção entre utilizadores competitivos e outros tipos de utilizadores. Indo de acordo ao referido na secção anterior, utilizadores não competitivos tendem a sentir-se estimulados por contacto social e trabalho em equipa.

Em virtude disto, será possível jogar individualmente ou em equipa, equipa essa que deve possuir um utilizador com o papel de capitão. Esta distinção é importante, pois utilizadores capitães de equipa são os únicos habilitados a efetuar determinadas ações. Assim, já é possível identificar os diferentes atores:

- **Utilizador não registado** – Utilizador que descarregou a aplicação, mas ainda não se registou;
- **Utilizador registado** – Utilizador que já se registou na aplicação e pode usufruir da mesma;
- **Utilizador capitão de equipa** – Utilizador registado que criou ou foi nomeado capitão de uma equipa;

No que diz respeito a aspetos técnicos do desenvolvimento, foram definidos no princípio do projeto os seguintes requisitos aos quais a aplicação deve obedecer:

1. A aplicação deve tirar partido dos sensores do *smartphone*, nomeadamente da capacidade de geolocalização;

2. A aplicação deve ser capaz de ligar com um dispositivo *wearable*;

### **3.1.3 Restrições**

Desde o início deste projeto apenas uma restrição foi imposta. A restrição tem que ver com o dispositivo *wearable* a usar, que deve ser o *Fitbit Blaze*, uma vez que o mesmo já se encontrava disponível nas instalações.

Esta restrição não prejudica de qualquer forma o desenvolvimento uma vez que, como foi possível ao leitor perceber na secção 2.3, este é um dos dispositivos de monitorização de atividade física mais completo do mercado.

### **3.1.4 Jogo**

Com o objetivo de colmatar as necessidades dos indivíduos expostas na secção 3.1.1, o jogo foi pensado de uma forma em que cada jogador tem a possibilidade de competir com outros jogadores, através de duelos, ou pertencer a uma equipa e ajudar a mesma a subir na classificação. Adicionalmente, os utilizadores podem utilizar a aplicação apenas para registo de atividade física.

No que diz respeito às equipas, cada equipa pode ser constituída por um ou vários utilizadores, até um número máximo de dez jogadores, em que um dos membros é o capitão. O fator classificador das equipas é a distância total percorrida, tendo em conta todos os registos de exercício dos membros da equipa, desde que pertencem à mesma.

Os duelos, como já foi referido, são disputados entre dois jogadores. Os duelos podem ter uma duração de um, três ou cinco dias. Durante a duração dos duelos, a distância percorrida pelos utilizadores em cada um dos seus treinos é contabilizada. O vencedor do duelo é o jogador que percorrer uma distância total superior. Todos os jogadores possuem um valor numérico que representa a sua pontuação em duelos, pré-definido em 1000. Assim que esteja determinado o vencedor, as novas pontuações de ambos os jogadores são calculadas, usando para isso o sistema de classificação *ELO*, que será explicado posteriormente. Esta pontuação é o fator classificador entre utilizadores.

## **3.2 Solução Conceptual**

Uma vez que o problema em questão e os requisitos da solução já foram apresentados previamente no documento, importa agora apresentar a solução a desenvolver com recurso a diagramas, de forma a facilitar a compreensão por parte do leitor.

Embora os atores e as atividades dos mesmos já tenham, de certa maneira, sido expostas, os casos de uso identificados constituem um bom ponto de partida para apresentar o desenho da solução.

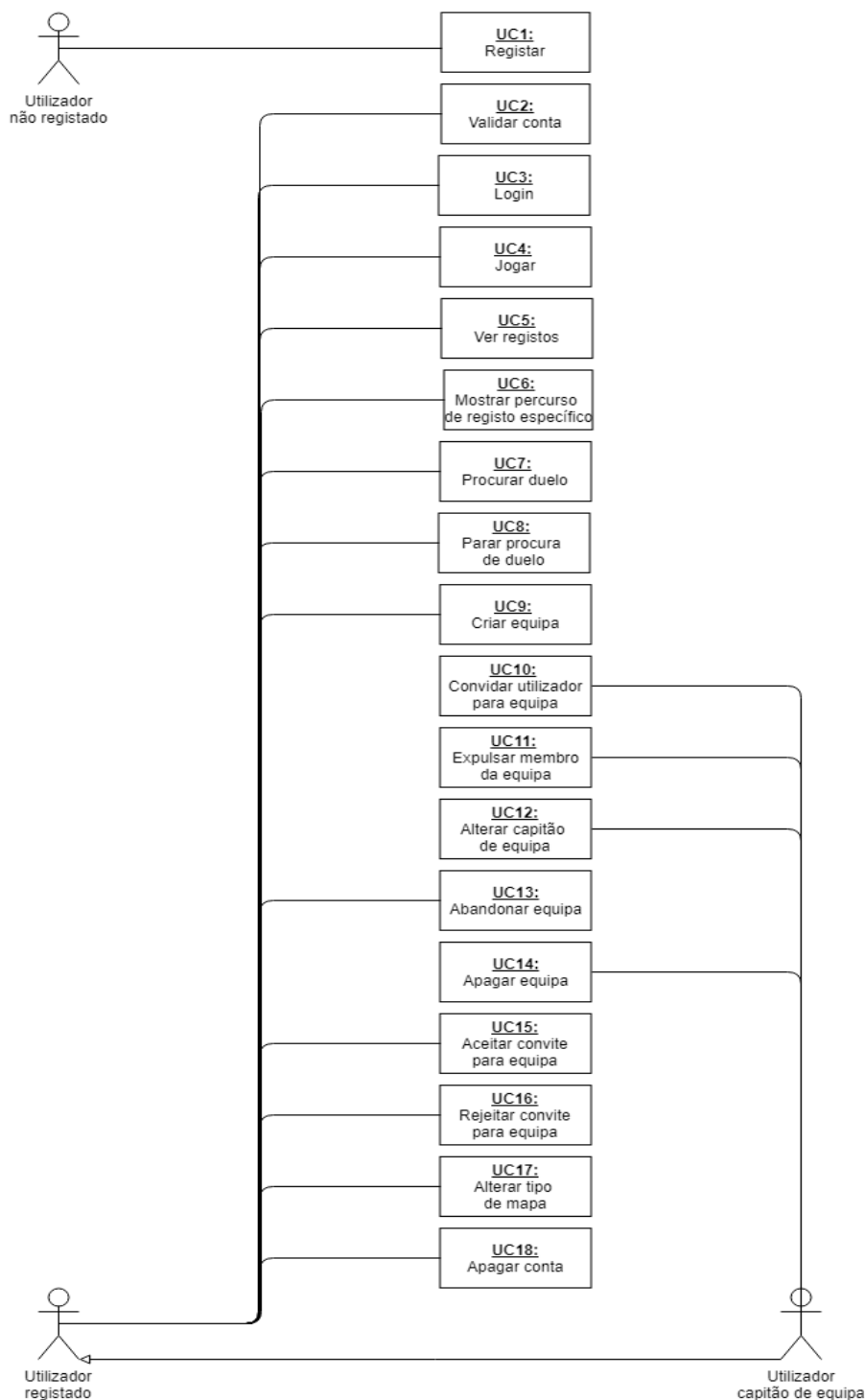


Figura 31 – Diagrama de casos de uso

Na Figura 31 é possível comprovar que existem três atores distintos, o utilizador não registado, o utilizador registado e o utilizador capitão de equipa. Este último tipo do utilizador herda as

capacidades do utilizador registado, mas é o único habilitado a executar os vários casos de uso relacionados com equipas, com a exceção dos casos de uso relativos a criar uma equipa e abandonar a mesma.

Ao longo do documento foram sendo referidos os componentes da solução. Contudo, a Figura 32 representa, concetualmente, os componentes da solução e comunicação entre os mesmos.

Na imagem é possível verificar a existência de quatro componentes. A aplicação móvel, ou seja, o jogo, que interliga com o dispositivo de monitorização de atividade física, de forma a receber as métricas do exercício de um utilizador. Para além disto, a aplicação comunica ainda com uma *RestAPI*. Este componente consiste num conjunto de funções responsáveis pela receção de pedidos *HTTP* enviados pela aplicação, pela resposta aos mesmos e pela comunicação com a base de dados *MongoDB*.

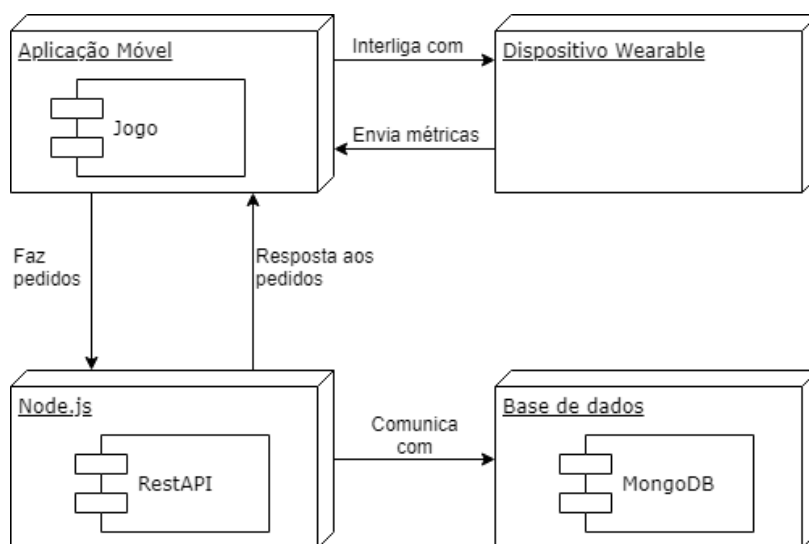


Figura 32 – Modelo conceptual de componentes

Este modelo visa, apenas, representar visualmente os componentes da solução, de uma forma introdutória. Até ao final deste capítulo, para os componentes que se justifique, será apresentada uma descrição detalhada.

### 3.3 Arquitetura da Solução

Na figura que se segue está representado o diagrama de componentes da solução. No diagrama está também representada a forma como os componentes comunicam entre si.

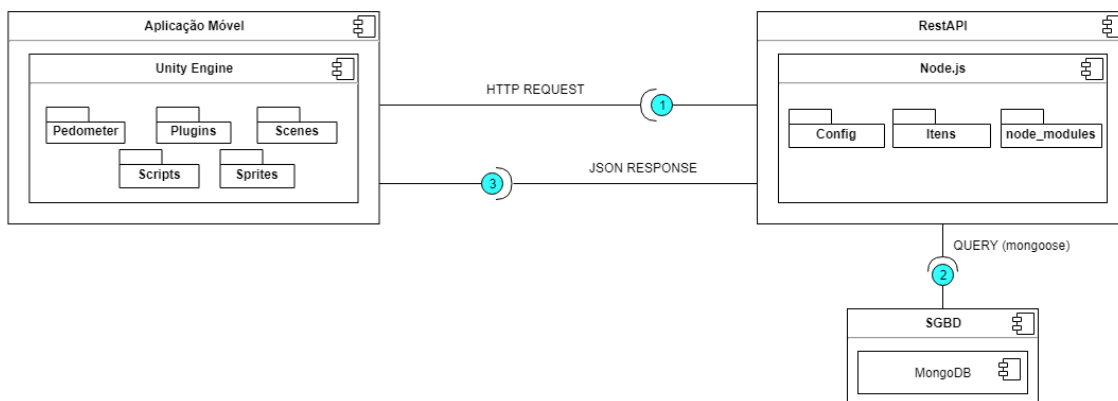


Figura 33 – Diagrama de componentes

Importa agora fazer uma descrição mais detalhada de cada componente representado na Figura 33, começando pela aplicação, na secção que se segue.

### 3.3.1 Aplicação Móvel

Para desenvolver a aplicação foi escolhida a plataforma *Unity3D*, já apresentada no capítulo anterior.

Na Figura 33, é possível verificar que existem cinco pastas: *Pedometer*, *Plugins*, *Scenes*, *Scripts* e *Sprites*.

A pasta *Pedometer* corresponde à interface utilizada para registar as métricas de passos e distância e engloba todas as classes necessárias ao funcionamento da mesma quer em *Android*, quer em *iOS*. Esta interface será descrita em pormenor no capítulo 4.

A pasta *Plugins* contém os ficheiros necessários para o funcionamento da aplicação no sistema operativo para o qual foi compilada. Estes ficheiros são gerados e colocados nesta pasta automaticamente pelo *Unity3D*, quando a aplicação é compilada.

A pasta *Scenes* armazena todos os ecrãs da aplicação. Estes ecrãs podem ser diferentes níveis de um jogo ou mesmo simples menus, permitindo assim uma fácil organização e um desenvolvimento estruturado.

A pasta *Scripts* contém todos os *scripts* da aplicação. Os objetos do *Unity3D* possuem ações e propriedades pré-definidas, contudo, pode ser necessário adicionar ou alterar ações, ou mesmo, alterar propriedades dos objetos. Esta plataforma permite a criação de *scripts (MonoBehaviour)*, geralmente em *C#*, para implementar tais comportamentos.

A pasta *Sprites* armazena todos os componentes gráficos da aplicação. No caso desta aplicação, todos os componentes são *2D*, contudo, caso existissem gráficos *3D* seria nesta pasta que se encontrariam as texturas desses mesmos gráficos.

Por fim, também é possível verificar na Figura 33 que é este componente, como já foi referido, que executa os pedidos *HTTP* à *RestAPI*.

### 3.3.2 *RestAPI*

Como é possível verificar na Figura 33 a *RestAPI* foi desenvolvida usando *Node.js*, tecnologia já apresentada no capítulo anterior, e está dividida em três pastas: *Config*, *Itens* e *node\_modules*.

A pasta *node\_modules* contém todos os módulos instalados, necessários para o funcionamento da *RestAPI*, como por exemplo o módulo *mongoose* que, como é possível visualizar na mesma figura, é o módulo que facilita a comunicação entre a *RestAPI* e a base de dados.

A pasta *config* contém os ficheiros de configuração da *RestAPI*. As configurações dizem respeito à conexão à base de dados, à definição dos caminhos para os pedidos e a definições relacionadas com o servidor, como os módulos a utilizar e a porta na qual escutar os pedidos.

É na pasta *Itens* que se encontram todos os ficheiros referentes aos dados a ser guardados na base de dados e à forma como tratar os mesmos. Existem dois tipos de ficheiros nesta pasta, os ficheiros para definir a estrutura de dados, e os ficheiros para tratar os dados de um determinado tipo. Usando como exemplo os utilizadores, existe um ficheiro que define a estrutura de dados da tabela utilizadores na base de dados e existe outro ficheiro responsável por tratar desses mesmo dados, quer seja a responder a pedidos ou a guardar informação na base de dados. Contudo, isto será detalhado no próximo capítulo.

É também possível ver na Figura 33 que, para além de comunicar com a base de dados, este componente, como já foi referido, responde aos pedidos da aplicação, enviando a resposta no formato *JSON*.

### 3.3.3 Base de Dados

A base de dados deste projeto tem o propósito de persistir os dados de carácter mais importante. Preferências da aplicação, por exemplo, podem ser guardadas usando ferramentas do *Unity3D*, nomeadamente a classe "*PlayerPrefs*". Como já referido, a base de dados escolhida para este projeto foi do tipo *MongoDB*.

Na Figura 34 é apresentada a estrutura da base de dados deste projeto. Antes de continuar a explicação da figura, convém mais uma vez referir a flexibilidade que uma base de dados *MongoDB* oferece, como por exemplo tornar possível a existência de um vetor de identificadores de utilizadores num outro documento, como é caso do atributo "*membros*" num documento da coleção "*Equipa*".

Como também já foi referido, bases de dados *MongoDB* permitem que documentos da mesma coleção possuam campos diferentes, o que permite economizar o espaço ocupado. Como por

exemplo, um utilizador que não pertença a nenhuma equipa não necessita de ter o campo “*equipaID*” no seu documento.

Analisando agora a figura é possível verificar que existem cinco tipos de coleções: *Utilizador*, *Convite*, *Equipa*, *Duelo* e *Exercicio*. A coleção “*Utilizador*” guarda os documentos de todos os utilizadores registados na aplicação. A coleção “*Convite*” regista todos os convites efetuados na aplicação, até ao momento em que são aceites ou rejeitados. A coleção “*Equipa*” contém os documentos de todas as equipas existentes na aplicação. A coleção “*Duelos*” regista todos os duelos já efetuados ou a decorrer. Por último, a coleção “*Exercicio*” contém todos os registos de atividade física de todos os utilizadores.

No que diz respeito a relações entre coleções, estas podem ser descritas da seguinte forma: um *Utilizador* pode pertencer a uma equipa e possuir zero ou mais convites, registos de atividade física e duelos.

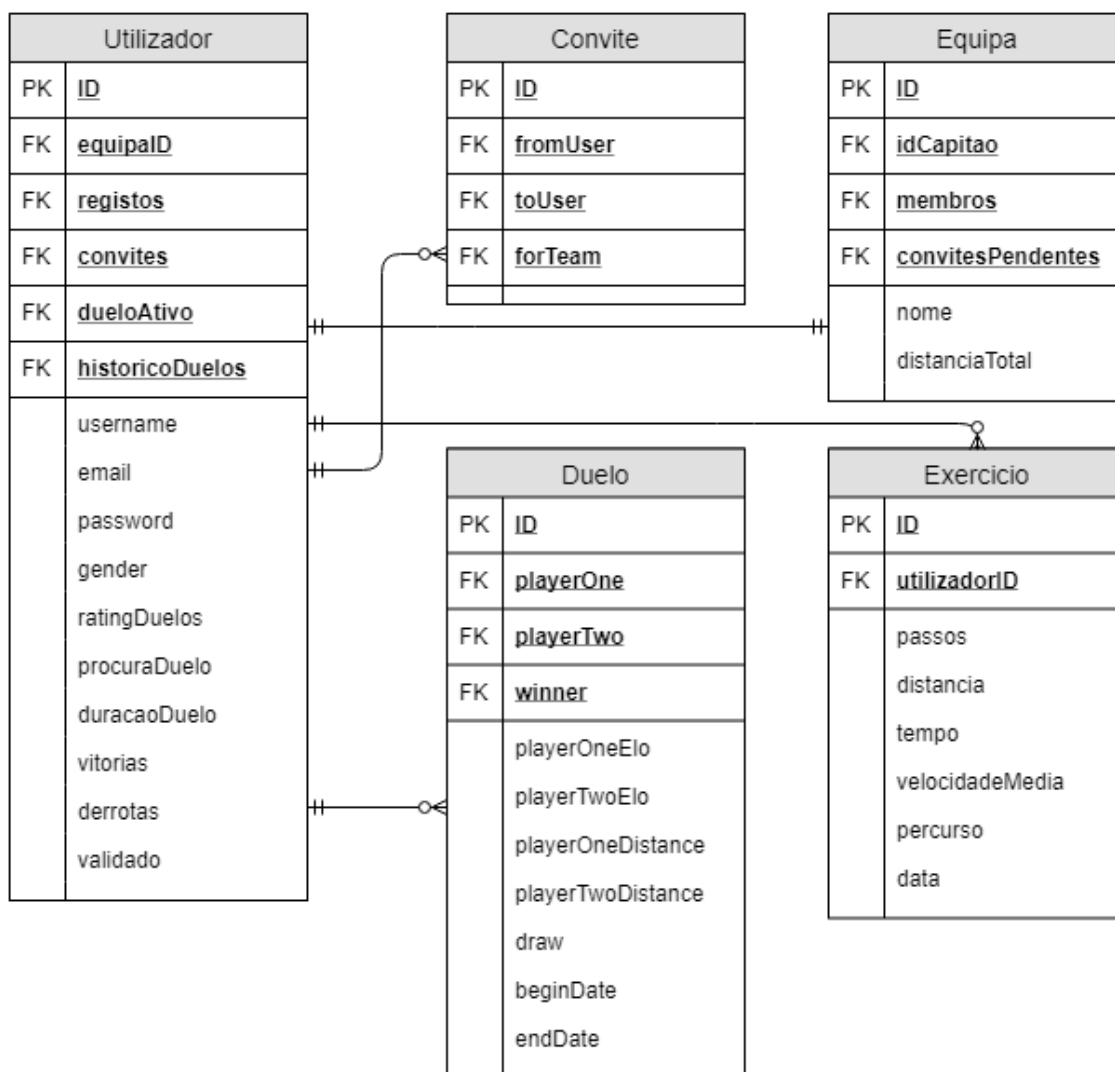


Figura 34 – Estrutura da base de dados

## 3.4 Desenho do jogo

O jogo já foi descrito na secção 3.1.4 contudo, para facilitar compreensão do seu funcionamento, serão agora enumeradas as regras do jogo e apresentados todos os artefactos relevantes.

### 3.4.1 Regras do Jogo

Uma vez que este jogo não apresenta narrativa, nem força o utilizador a seguir uma sequência de ações, as regras necessárias dizem apenas respeito ao registo e utilização do jogo.

Para facilitar a enumeração, as regras existentes serão divididas em dois tipos: regras de registo na aplicação e regras de utilização.

Passando então à enumeração, começando pelas regras de registo na aplicação:

1. Os utilizadores têm de introduzir um nome de utilizador único e com um número de caracteres entre um e vinte;
2. Os utilizadores têm de introduzir uma palavra passe;
3. Os utilizadores têm de escolher o seu género;
4. Os utilizadores têm de introduzir um endereço eletrónico único e válido;
5. Os utilizadores necessitam de validar a sua conta de forma a ser possível entrar na aplicação;

No que diz respeito às regras de utilização:

1. De forma a registar o percurso, os utilizadores necessitam de permitir o acesso à sua localização;
2. Para o registo de exercício ser guardado na base de dados, os utilizadores necessitam de se mover pelo menos um minuto e uma distância suficiente para o sensor de geolocalização registar valores de latitude e longitude diferentes dos iniciais;
3. Cada utilizador apenas pode pertencer a uma equipa;
4. O número máximo de elementos de uma equipa é dez;
5. O utilizador que cria uma equipa é definido como capitão da mesma;
6. Apenas o utilizador capitão de equipa pode convidar ou expulsar membros, alterar o capitão e eliminar a equipa. Para eliminar a equipa, o capitão necessita de expulsar todos os membros da mesma;

7. Os utilizadores apenas podem aceitar o convite para se juntar a uma equipa se isso não significar que o número de membros da mesma ultrapassa o limite de dez;
8. A classificação da equipa é definida pela distância total percorrida por todos os seus membros;
9. De forma a entrarem para a classificação geral, os utilizadores necessitam de disputar um duelo;
10. Os utilizadores não podem disputar mais do que um duelo em simultâneo;
11. A classificação dos utilizadores é definida pela sua pontuação, que é calculada através dos resultados dos seus duelos;
12. O vencedor dos duelos é o utilizador que percorrer uma distância maior, durante a duração do duelo;
13. De forma a ser possível eliminar a sua conta, os utilizadores necessitam de abandonar a sua equipa, se pertencerem a alguma, e rejeitar todos os convites pendentes para se juntarem a uma equipa;

### 3.4.2 Mapa de Navegação

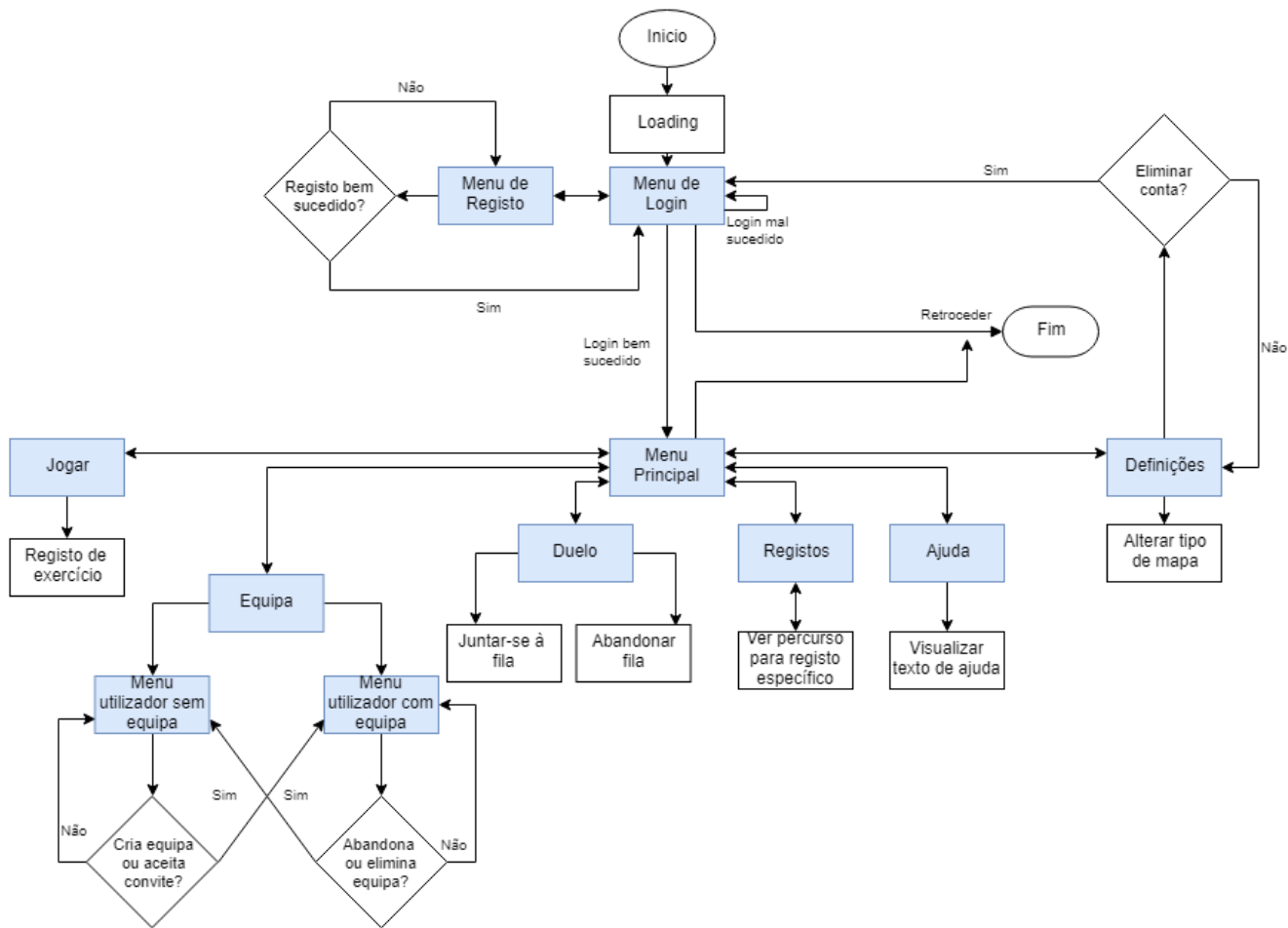


Figura 35 – Mapa de navegação da aplicação

Na Figura 35 está representado o mapa de navegação de um utilizador na aplicação.

Os retângulos azuis representam os diferentes ecrãs da aplicação. Os restantes retângulos dizem respeito às ações que os utilizadores podem executar num determinado ecrã.

Os losangos representam as decisões que os utilizadores podem tomar, acompanhados por setas para indicar o resultado de cada decisão tomada. Setas com duplo sentido, como por exemplo a seta entre “Menu Principal” e “Jogar”, significam que é possível retroceder do menu “Jogar” para o “Menu Principal”.

### 3.4.3 Guião Gráfico

Nesta secção serão apresentados todos os ecrãs da aplicação, acompanhados de uma descrição dos mesmos e das possíveis interações do utilizador com determinado ecrã.

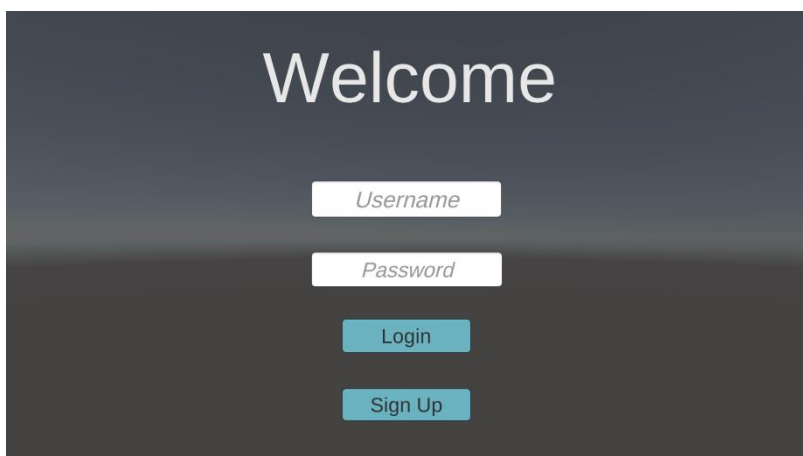


Figura 36 – Ecrã de *login*

Na Figura 36 é possível visualizar o primeiro ecrã ao qual os utilizadores têm acesso, o ecrã de *login*. Neste ecrã os utilizadores que já possuam conta no jogo podem entrar na aplicação, inserindo as suas credenciais. Utilizadores não registados podem clicar no botão de “*Sign Up*”, e serão direcionados para o ecrã de registo, visível na figura que se segue.

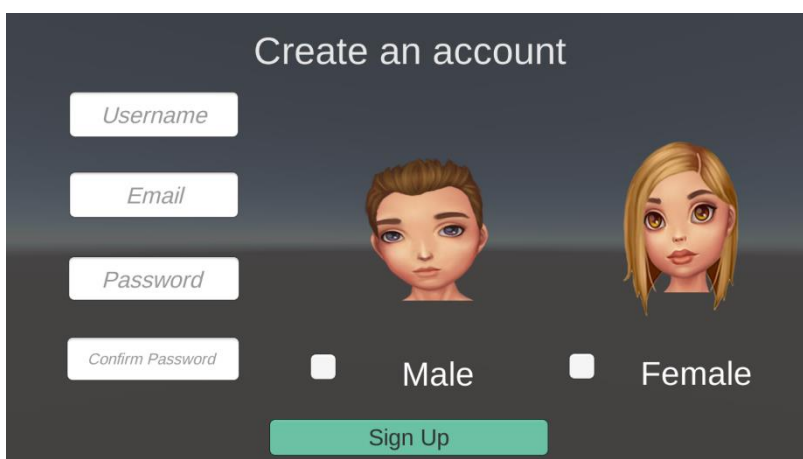


Figura 37 – Ecrã de registo

Na Figura 37 está então representado o ecrã de registo. É neste ecrã que os utilizadores se registam na aplicação, preenchendo todos os campos. Após preencherem todos os campos com dados válidos e escolherem o seu género, os utilizadores clicam no botão “*Sign Up*” e são informados da necessidade de validar a sua conta através do *e-mail* que receberam. Ao clicar no botão, os utilizadores são também redirecionados para o ecrã de *login*.



Figura 38 – Menu principal do jogo

Depois de efetuarem *login*, é apresentado aos utilizadores o ecrã principal da aplicação, presente na Figura 38. No topo do ecrã é apresentada aos utilizadores a sua informação principal. É também neste ecrã que os utilizadores escolhem o que pretendem executar, clicando no botão da ação pretendida por eles. As figuras que se seguem mostram os ecrãs apresentados aos utilizadores, conforme o botão que pressionaram.

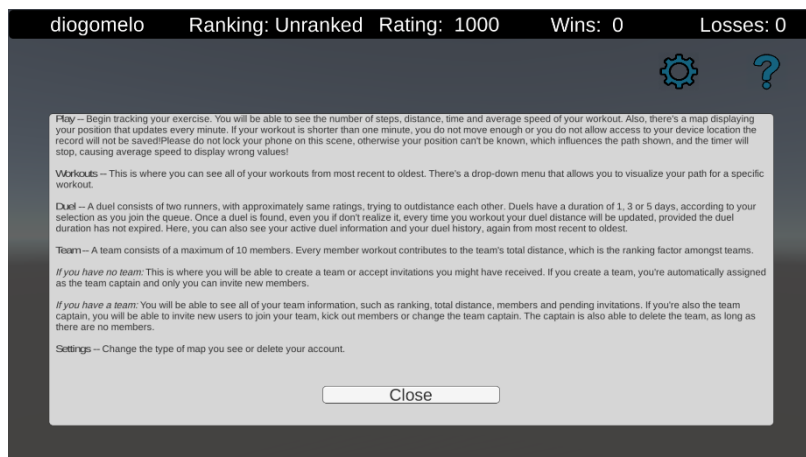


Figura 39 – Painel de ajuda

Caso o utilizador pressione o botão de ajuda, representado pelo símbolo “?”, é lhe apresentado o painel da figura acima. Este painel contém toda a informação que o utilizador necessita de saber para utilizar a aplicação sem qualquer dificuldade. Quando o utilizador clica no botão “close”, regressa ao ecrã da Figura 38.

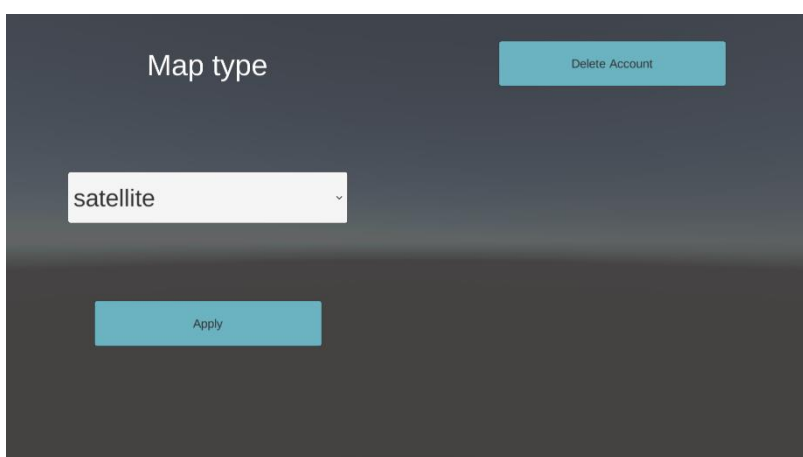


Figura 40 – Menu de definições

Caso o utilizador pressione o botão de definições no menu principal, representado pela roda de engrenagem, é direcionado para o ecrã da figura acima. Neste ecrã o utilizador pode alterar o tipo de mapa que lhe é apresentado ou eliminar a sua conta.

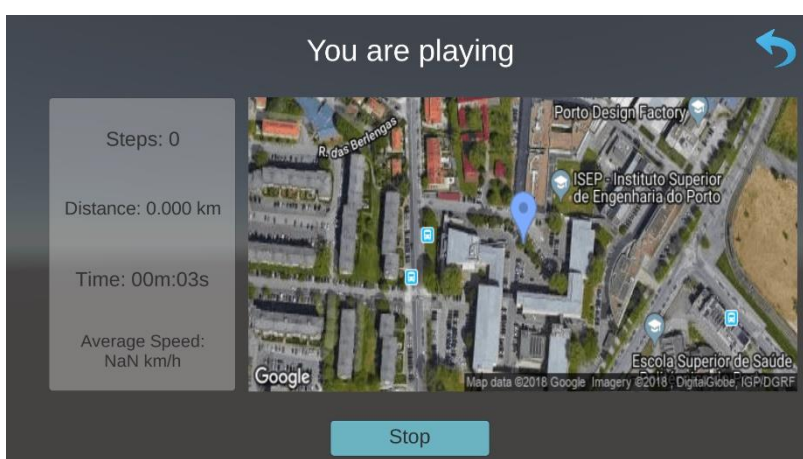


Figura 41 – Ecrã de jogo

Se no menu principal o utilizador clicar no botão “Play” será redirecionado para o ecrã da Figura 41. É este o ecrã que o utilizador visualiza enquanto pratica exercício e a sua atividade é registada. No painel da esquerda é apresentada a informação conforme o utilizador se move. No painel da direita é apresentado o mapa com a localização do utilizador. Para regressar ao menu principal (Figura 38), o utilizador clica na seta colocada no canto superior direito, mas para isso ser possível, é necessário clicar no botão “stop” de forma a o exercício ser guardado na base de dados.



Figura 42 – Ecrã de registos de atividade

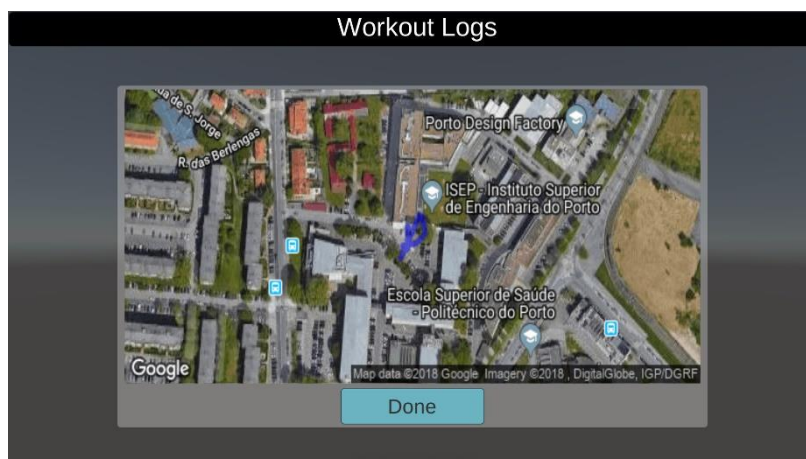


Figura 43 – Apresentação do percurso escolhido

Se o utilizador desejar ver os seus registos de atividade, basta clicar no botão “workouts” no menu principal e será apresentado o ecrã da Figura 42. No painel da esquerda é apresentada toda informação dos registos existentes, ordenados do mais recente para o mais antigo. Caso o utilizador pretenda ver o percurso que realizou durante um dos registos, basta escolher o número do registo no painel da direita e clicar no botão “show” e será apresentado o percurso, como mostra a Figura 43. Ao clicar no botão “done”, o utilizador regressa ao ecrã que contém todos os seus registos.

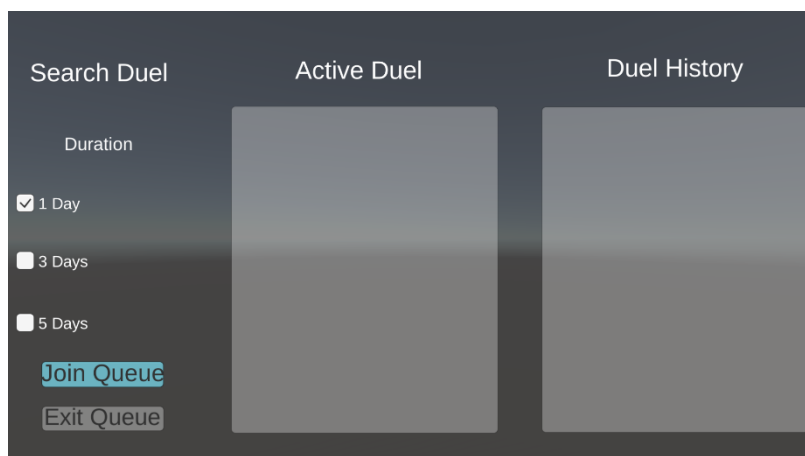


Figura 44 – Menu duelos

Na Figura 44 é possível visualizar o menu de duelos. O utilizador pode aceder a este menu clicando no botão “*duel*” no menu principal (Figura 38). No ecrã da figura acima os utilizadores podem entrar na fila de utilizadores que procuram duelo, bastando para isso escolher a duração que pretendem e clicar no botão “*join queue*”. Enquanto não for encontrado nenhum adversário, os utilizadores podem abandonar a fila clicando no botão “*exit queue*”.

Caso seja encontrado um adversário, o duelo é iniciado e a informação do adversário, bem como a informação das distâncias percorridas por ambos os jogadores, é apresentada no painel “*active duel*”. O painel “*duel history*” apresenta todo o histórico de duelos do utilizador, contendo o resultado e o adversário, para cada duelo disputado.

Caso um utilizador clique no botão “*team*” do menu principal (Figura 38), há duas hipóteses para o ecrã para o qual é redirecionado.

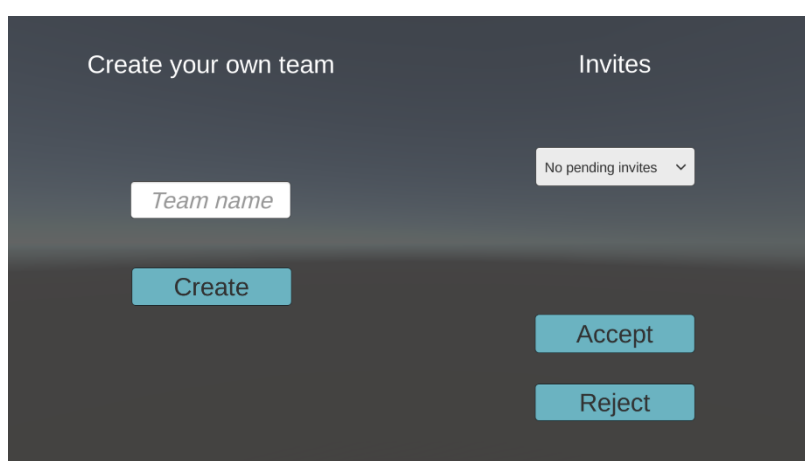


Figura 45 – Menu equipa de um utilizador sem equipa

Se o utilizador não tem uma equipa é redirecionado para o ecrã da Figura 45, no qual pode aceitar ou rejeitar convites para se juntar a uma equipa, ou criar a sua própria equipa. Se o

utilizador criar uma equipa, é redirecionado para o ecrã da Figura 46, onde pode gerir a sua equipa.

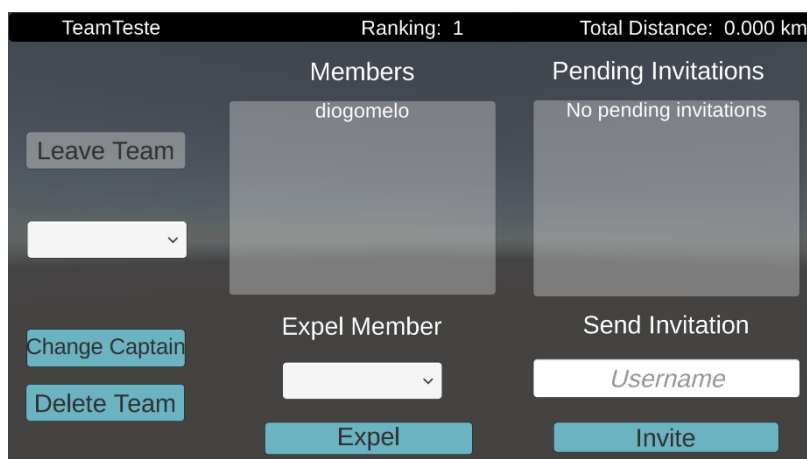


Figura 46 – Menu equipa de um utilizador com equipa e capitão da mesma

Caso o utilizador aceite um convite, uma vez que não é o capitão da mesma, as suas opções são mais limitadas. Não pode expulsar nem convidar membros, nem está autorizado a alterar o capitão ou eliminar a equipa. Contudo, pode abandonar a mesma. Os capitães de equipa não podem abandonar a sua equipa, apenas a podem eliminar, caso contrário a equipa ficaria sem capitão e não existiria nenhum membro com autorização para gerir a equipa.

É possível visualizar na Figura 46 que no painel “members” são apresentados todos os membros da equipa. No painel “pending invitations” são apresentados todos os utilizadores convidados pelo capitão para se juntar à equipa, que ainda não aceitaram ou rejeitaram o convite.

### 3.5 Análise de Valor

O principal objetivo de uma análise de valor pode ser expresso como maximizar o valor de um produto ou serviço, ao menor custo (DRM Associates, 2016). Esta frase torna clara a importância que tem a realização de uma análise de valor.

Este projeto tem como objetivo desenvolver uma aplicação capaz de despertar nos utilizadores o interesse para a prática de exercício físico de forma contínua. A aplicação será um *exergame*, ou seja, um jogo em que o movimento por parte do utilizador é a forma de progredir no jogo. Este jogo deve ainda contemplar funcionalidades de uma aplicação de registo de atividade física, na medida em que deve registar parâmetros da atividade física do utilizador.

Nesta secção será apresentada a proposta de valor deste projeto. Os processos utilizados para concluir que a criação de uma aplicação deste género era o caminho a seguir para cumprir o objetivo, bem como as possíveis formas de aumentar o valor da mesma encontram-se em anexo.

### 3.5.1 Proposta de Valor

A definição do modelo de negócio é uma parte fulcral de qualquer projeto. Para este efeito será usado o modelo *CANVAS*. Com o auxílio deste modelo, vários pontos do negócio ficam claros. Contudo, a definição da proposta de valor merece ser destacada.

O valor do projeto deriva da criação de um jogo de promoção à prática de exercício físico, recorrendo aos sensores do próprio dispositivo móvel e capaz de integrar com um *wearable*. O registo de métricas e a motivação inerente a um jogo proporcionam aos utilizadores um motivo para praticar exercício físico de forma continuada. Os benefícios inerentes à prática de exercício físico contribuem para aumentar ainda mais o valor desta solução.

O modelo de negócio para este projeto pode ser visualizado na Tabela 9. O modelo *CANVAS* é composto pelos seguintes tópicos:

- **Parcerias Chave:** parceiros e fornecedores essenciais;
- **Atividades Chave:** atividades essenciais ao desenvolvimento do produto;
- **Recursos chave:** recursos necessários para o desenvolvimento do produto com sucesso;
- **Proposta de Valor:** a forma como o produto oferece valor aos segmentos de clientes;
- **Relacionamento com o Consumidor:** forma como a comunicação entre a empresa e os clientes é realizada;
- **Canais de comunicação:** forma como o produto chega até ao cliente;
- **Segmentos de clientes:** clientes que o produto pretende satisfazer ou ajudar;
- **Custos:** custos inerentes ao desenvolvimento e comercialização do produto;
- **Fontes de receita:** forma como o produto gera receitas;

Tabela 9 – Modelo CANVAS

<b>Parcerias Chave</b>	<b>Atividades Chave</b>	<b>Proposta de Valor</b>	<b>Relacionamento com o Consumidor</b>	<b>Segmentos de clientes</b>
GILT;  Lojas de aplicações digitais;	Desenvolvimento da aplicação;  Integração com periféricos;  Testes à aplicação;  Disponibilização da aplicação ao público;	Promoção à prática de exercício físico;  Registo de métricas e motivação inerente a um jogo;  Melhoria da condição física;	Redes sociais;  E-mail de suporte;	Utilizadores de aplicações móveis, especificamente <i>exergames</i> ;  Praticantes de exercício físico, tanto experientes, como iniciantes;
	<b>Recursos Chave</b>	Benéfico para a saúde;	<b>Canais de comunicação</b>	
<b>Custos</b>		<b>Fontes de receita</b>		
Desenvolvimento; Publicidade; Colocação da aplicação em lojas digitais;		Anúncios;		



## 4 Implementação e Avaliação

O presente capítulo será dividido em três secções.

A primeira tem como objetivo detalhar a implementação dos aspetos mais importantes da solução.

A segunda secção pretende clarificar a metodologia de avaliação adotada.

Na última secção serão apresentados os resultados, bem como a análise aos mesmos.

### 4.1 Implementação

Está secção será dividida em três partes, a primeira servirá para detalhar a implementação da aplicação. Na segunda será detalhada a implementação do servidor, ou seja, *RestAPI*. Por fim, será apresentado o método de controlo de qualidade utilizado ao longo do desenvolvimento.

#### 4.1.1 Aplicação Móvel

No que diz respeito à aplicação, os aspetos da implementação que merecem ser detalhados são o registo de métricas de atividade física, a forma como é determinado o percurso do utilizador e como o mesmo lhe é apresentado, e ainda o sistema de duelos.

Para facilitar a compreensão ao leitor, estes componentes serão divididos em duas secções distintas e serão omitidos métodos padrão e atributos auxiliares das classes responsáveis por estas tarefas.

#### 4.1.1.1 Registo de Métricas e Determinação do Percurso

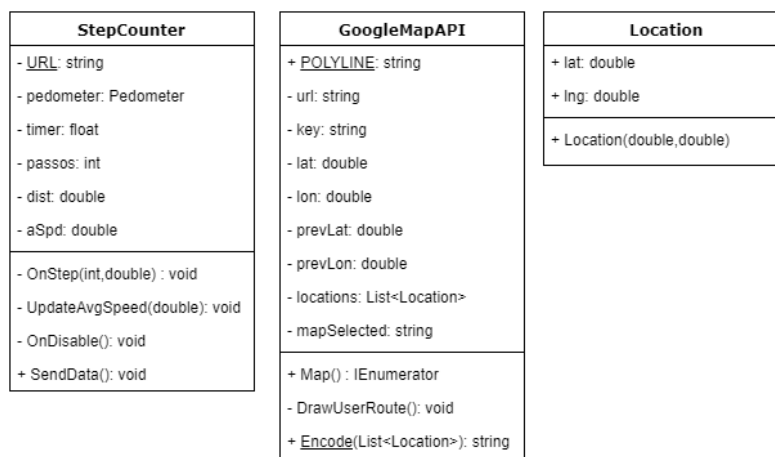


Figura 47 – Classes *StepCounter*, *GoogleMapAPI* e *Location*

Na figura acima estão representadas as classes *StepCounter*, *GoogleMapAPI* e *Location*. Estas são as classes responsáveis pelas tarefas de registo de métricas e determinação do percurso.

A classe *StepCounter* é responsável pelo registo de todas as métricas da atividade física do utilizador, com exceção do percurso. O atributo *URL* desta classe contém o caminho comum a todos os pedidos a realizar ao servidor. Os atributos *timer*, *passos*, *dist* e *aSpd* dizem respeito ao tempo de atividade, número de passos, distância percorrida e velocidade média, respetivamente.

É possível ainda verificar na imagem a existência de um atributo do tipo *Pedometer*<sup>35</sup>. Foi esta a interface utilizada para obter a informação relacionada com os passos dados e distância percorrida pelo utilizador. O excerto de código que se segue mostra a inicialização desta mesma interface.

```
pedometer = new Pedometer(OnStep);
OnStep(0, 0);
```

O método *OnStep* tem como único propósito atualizar dinamicamente a interface gráfica da aplicação, de forma a permitir ao utilizador acompanhar os dados do seu exercício à medida que o pratica. O mesmo acontece com o método *UpdateAvgSpeed*.

Por sua vez, o método *OnDisable* tem como objetivo descartar a instância da interface *Pedometer*, assim que o utilizador terminar o seu exercício.

O método *SendData* é responsável por realizar o pedido para registar todos os dados do exercício do utilizador na base de dados. O excerto de código que se segue mostra este pedido, mas representa também a estrutura que todos os pedidos de registo de informação na base de dados seguem.

<sup>35</sup> <https://github.com/olokobayusuf/Pedometer-API>

```

WWWForm form = new WWWForm();
form.AddField("userID", Login.loggedUserId);
...
UnityWebRequest req = UnityWebRequest.Post(url + "exercicio/createRecord",
form);
req.SetRequestHeader("x-access-token", Login.loggedUserToken);
req.timeout = 60;
req.SendWebRequest();

```

No excerto de código acima é possível verificar a existência de atributos do tipo *WWWForm* e *UnityWebRequest*. O primeiro representa o formulário que contém toda a informação que se pretende guardar na base de dados, sendo que foram omitidos dados a enviar neste formulário, mais uma vez com o objetivo de facilitar a visualização. O segundo representa o pedido a efetuar. Pedidos do tipo *post* necessitam de dois parâmetros: o caminho do pedido e o formulário a enviar. O cabeçalho adicionado ao pedido, no método *SetRequestHeader*, tem como objetivo permitir ao servidor assegurar que o cliente que lhe está a efetuar um pedido tem autorização para isso, mas como esta verificação é realizada do lado do servidor, será também aí que será detalhada. As restantes duas linhas de código definem o tempo limite do pedido e o envio do mesmo, respetivamente.

Na Figura 47 estão ainda representadas as classes *GoogleMapAPI* e *Location*. São estas as classes responsáveis pela determinação do percurso do utilizador.

A classe *Location* tem como único propósito o registo de todos os diferentes valores de latitude e longitude detetados ao longo do exercício do utilizador.

A classe *GoogleMapAPI* tem como objetivos apresentar ao utilizador a sua localização enquanto pratica exercício, determinar o seu percurso e ainda desenhar o mesmo no final.

Os atributos *url* e *key* desta classe contêm o caminho para o pedido a efetuar à *GoogleMapsAPI* e a chave desse mesmo pedido. Os atributos *lat*, *lon*, *prevLat* e *prevLon* representam o valor atual de latitude, o valor atual de longitude, o valor anterior de latitude e o valor anterior de longitude, respetivamente. Estes atributos são comparados com o propósito de evitar adicionar consecutivamente as mesmas localizações. O atributo *Locations* contém todas as localizações do utilizador, para um determinado exercício. O atributo *mapSelected* representa o tipo de mapa escolhido pelo utilizador. Todos estes atributos são utilizados no método *Map*, que é o método responsável por determinar os valores de latitude e longitude do utilizador, comparar com os valores anteriores, decidir se adiciona estes valores como uma nova *Location* e pedir o novo mapa com base na nova localização do utilizador.

Existe ainda um outro atributo, o atributo *POLYLINE*. Este atributo representa o percurso do utilizador. De forma a desenhar o percurso do utilizador, é necessário informar a *GoogleMapsAPI* do percurso que deve desenhar no mapa. É no método *Encode*, implementado de acordo com a documentação da *Google*, que esta *POLYLINE* é criada, sendo para isso necessário enviar como parâmetro a lista de todas as localizações do utilizador. O método *DrawUserRoute* tem como propósito mostrar ao utilizador o mapa com o percurso desenhado.

#### 4.1.1.2 Sistema de Duelos

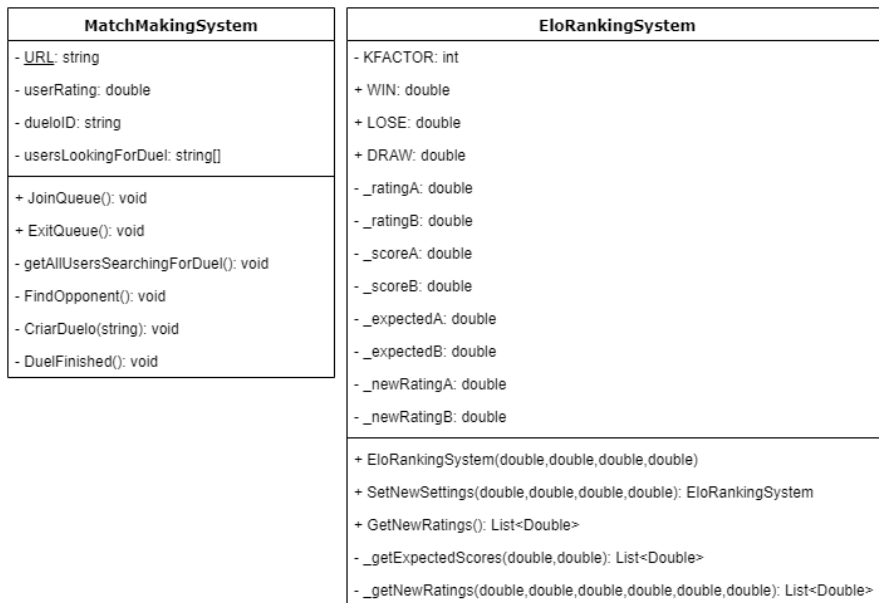


Figura 48 – Classes *MatchMakingSystem* e *EloRankingSystem*

Na classe acima estão representadas as classes *MatchMakingSystem* e *EloRankingSystem*. Estas classes são responsáveis por criar duelos entre dois utilizadores, determinar o vencedor e calcular as novas pontuações de ambos.

A classe *MatchMakingSystem* é responsável por criar duelos e determinar o vencedor dos mesmos. O atributo *URL* desta classe contém o caminho comum a todos os pedidos a realizar ao servidor. O atributo *userRating* representa a pontuação do utilizador. O atributo *dueloID* contém o identificador do duelo ativo do utilizador, caso este possua um duelo ativo. O atributo *usersLookingForDuel* contém todos os utilizadores à procura de duelo.

Os métodos *JoinQueue* e *ExitQueue* adicionam ou removem o utilizador da lista de utilizadores à procura de duelo, respetivamente. O método *getAllUsersSearchingForDuel* atualiza a lista de utilizadores à procura de duelo. O método *FindOpponent* encontra um adversário para um utilizador, adversário esse que deve ter uma pontuação semelhante e procurar um duelo com a mesma duração. Depois de encontrado o adversário, o duelo é criado, no método *CriarDuelo*. Por fim, o método *DuelFinished* determina se o duelo do utilizador já terminou e, em caso afirmativo, pede à classe *EloRankingSystem* para calcular as novas pontuações dos utilizadores. O excerto de código que se segue representa esse mesmo pedido.

```
List<double> newRatings = new List<double>();
EloRankingSystem elo = new EloRankingSystem(eloPlayerOne, eloPlayerTwo,
EloRankingSystem.DRAW, EloRankingSystem.DRAW);
newRatings = elo.GetNewRatings();
```

Primeiro, é criada uma lista para guardar as novas pontuações. Depois, é criado um objeto do tipo *EloRankingSystem* em que são passados como parâmetros os ratings de ambos os utilizadores, o vencedor e o vencido. No caso em análise, o resultado foi um empate, pois foi passado com terceiro e quarto parâmetro *EloRankingSystem.DRAW*. Por fim, guarda-se as novas pontuações na lista com esse propósito.

Como já foi referido, a classe *EloRankingSystem*, visível na Figura 48, é a classe responsável por calcular as novas pontuações dos utilizadores. Esta classe não é nada mais que a implementação em C# do sistema de classificação ELO, que é um método de cálculo de habilidade relativa em jogos do tipo jogador contra jogador.

O atributo *KFACTOR* representa um valor máximo para a pontuação que um utilizador pode ganhar ou perder num só jogo. Os atributos *WIN*, *LOSE* e *DRAW* são constantes para representar o resultado de um jogo, com os valores de 1, 0 e 0.5, respetivamente. Os atributos *\_ratingA* e *\_ratingB* representam as pontuações dos dois jogadores. Os atributos *\_scoreA* e *\_scoreB* representam o resultado do duelo para o jogador um e para o jogador dois, respetivamente. Os atributos *\_expectedA* e *\_expectedB* representam a percentagem de vitórias que seria esperada de cada um dos jogadores, tendo como base as suas pontuações. Por fim, os atributos *\_newRatingA* e *\_newRatingB* contêm as novas pontuações dos jogadores.

No que diz respeito aos métodos da classe, o *EloRankingSystem* é um construtor que utiliza o método *SetNewSettings* para atribuir os valores às respetivas variáveis de forma a ser possível realizar os cálculos. O método *GetNewRatings* coloca as novas pontuações dos jogadores numa lista e devolve as mesmas. Os restantes dois métodos calculam, respetivamente, a percentagem de vitórias que seria expectável de cada jogador e as novas pontuações dos jogadores de acordo com o resultado do duelo.

#### 4.1.2 RestAPI

Na Figura 33 é possível ver que o conteúdo da *RestAPI* está dividido em três pastas distintas.

Como já foi referido, a pasta *node\_modules* contém os ficheiros de todos módulos instalados para o funcionamento da *RestAPI*. Ao instalar os módulos, os mesmos são automaticamente adicionados a esta pasta.

Um dos módulos instalados que é merecedor de referência é o módulo *JSON Web Tokens*<sup>36</sup>. Este é o módulo que permite verificar a autenticidade de todos os pedidos realizados ao servidor. O *token* é constituído por três partes: cabeçalho, carga e assinatura. Cada utilizador que entre na aplicação recebe um *token* válido por vinte e quatro horas, que lhe permite realizar pedidos ao servidor. Qualquer pedido que não seja acompanhado de um *token* válido é imediatamente rejeitado.

---

<sup>36</sup> <https://jwt.io/>

A pasta *config* contém três ficheiros: *database.js*, *routes.js* e *server.js*.

O ficheiro *database.js* configura a conexão à base de dados. O excerto de código que se segue mostra essa configuração.

```
module.exports = {
  'secret': 'makeitsafe',
  'database': 'mongodb://localhost:27017/ExergameDB'
};
```

O atributo *secret* representa a assinatura a ser adicionada a todos os *tokens* gerados, permitindo assim verificar que, efetivamente, o *token* associado a um pedido foi gerado pelo servidor, e não constitui uma tentativa de falsificação de um *token* para conseguir acesso a informação na base de dados. O atributo *database* apenas indica o caminho a utilizar pelo servidor, de forma a estabelecer a conexão com a base de dados.

O ficheiro *routes.js* contém a definição dos caminhos de todos os pedidos possíveis. O excerto de código que se segue mostra a configuração de todos os caminhos dos pedidos relacionados com exercício.

```
const exercicioService = require('../itens/exercicioService')
router.get('/exercicio', exercicioService.getExercs)
router.get('/exercicio/getSpecificExerc/:exercID', exercicioService.getSpecificExerc)
router.post('/exercicio/createRecord', exercicioService.createRecord)
router.post('/exercicio/deleteRecord', exercicioService.deleteRecord)
```

Primeiro, é necessário obter o ficheiro que contém as funções para as quais se pretende especificar o caminho, neste caso o ficheiro *exercicioService*. De seguida informa-se o atributo responsável pela definição de rotas, *router*, se a função para a qual se está a definir um caminho é do tipo *get* ou *post*. Por fim, envia-se como parâmetro o caminho e o nome da função que deve tratar desse mesmo pedido. Todas as definições de caminhos seguem esta estrutura, este excerto de código diz respeito às funções relacionadas com informações de exercício apenas para facilitar a visualização.

Por sua vez, o ficheiro *server.js* contém a configuração do servidor, como a porta em que deve escutar pedidos, que módulos deve usar e a conexão à base de dados. O excerto de código que se segue mostra isso mesmo.

```
const port = 4000
const jwt = require('jsonwebtoken')
const mongoose = require('mongoose')
const databaseConfig = require('./database')
mongoose.connect(databaseConfig.database, function(err, db) {
  if (err) {
    console.log('Unable to connect to the server. Please start the server. Error:', err);
  } else {
    console.log('Connected to Server successfully!');
  }
});
```

No excerto de código anterior é possível visualizar a definição da porta em que o servidor deve escutar os pedidos, neste caso a porta 4000. Segue-se a requisição dos módulos a usar, assim como do ficheiro de configuração da base de dados. Mais uma vez, foram omitidas algumas requisições de forma facilitar a visualização. Por fim, estabelece-se a conexão à base de dados.

Falta apenas mencionar o conteúdo da pasta *itens*. É nesta pasta que se encontram definidos os esquemas de dados a guardar na base de dados, bem como os ficheiros com as funções criadas para tratar os dados.

Na Figura 34 é possível verificar que existem cinco tipos de esquema: *Utilizador*, *Convite*, *Equipa*, *Duelo* e *Exercicio*. É nesta pasta que se encontram estes ficheiros, que definem a estrutura dos dados a guardar na base de dados.

Para além destes ficheiros encontram-se os ficheiros: *UtilizadorService*, *ConviteService*, *EquipaService*, *DueloService* e *ExercicioService*. Estes ficheiros contêm as funções responsáveis por tratar os dados de um determinado tipo, como o nome indica, e comunicar com a base de dados. Para o efeito de continuar a explicação de forma coerente, serão utilizados os ficheiros *Exercicio* e *ExercicioService* para demonstrar a estrutura de todos os ficheiros. O excerto de código que se segue mostra a definição da estrutura de dados de um documento do tipo *Exercicio*.

```
const exercicioSchema = new mongoose.Schema({
  userID: {type: Schema.Types.ObjectId, required: true, ref:
'Utilizador'},
  passos: {type: Number, required: true},
  distancia: {type: String, required: true},
  tempo: {type: String, required: true},
  velocidadeMedia: {type: String, required: true},
  percurso: {type: String, required: true},
  data: {type: String, required: true}
})
```

No excerto acima, é criado esquema de dados definindo os atributos, neste caso: *userID*, *passos*, *distancia*, *tempo*, *velocidadeMedia*, *percurso* e *data*. Para além do nome dos atributos é definido o seu tipo e indicado se são atributos obrigatórios ou não, utilizando para isso o parâmetro *required*. No caso do atributo *userID*, uma vez que o seu tipo é um identificador, é necessário especificar a que tipo de documentos se refere, utilizando para isso o atributo *ref*, informando que aquele atributo é um identificador de um utilizador, neste caso o utilizador que praticou o exercício.

Por último, é necessário apresentar o exemplo de uma função, neste caso será a função *getExercs*, que permite obter todos os exercícios gravados na base de dados. Os excertos de código que se seguem mostram a implementação dessa mesma função, que funciona como representante de todas as funções criadas excluindo, obviamente, alterações relacionadas com o tipo de documentos e os atributos desses mesmos documentos.

De forma a facilitar a visualização, este excerto será dividido em duas partes. A primeira parte, a que se segue, mostra a verificação para descobrir se foi enviado um *token* com o pedido e o que acontece caso não tenha sido.

```
Exercicio.getExercs = function (req, res, next) {
  var token = req.body.token || req.query.token || req.headers['x-access-
token'];
  if (token) {
    ...
  }
  else {
    return res.status(403).send({
      success: false,
      message: 'No token provided.'
    });
  }
}
```

Na primeira linha da função é verificada a existência do *token*. Caso o mesmo não exista, o pedido é rejeitado por essa mesma razão. Se existir, a função entra na verificação *if*. O excerto de código que se segue mostra o que acontece se existir um *token* associado ao pedido.

```
jwt.verify(token, server.get('superSecret'), function (err, decoded) {
  if (err) {
    return res.json({ success: false, message: 'Failed to
authenticate token.' });
  } else {
    Exercicio.find({}, function (error, exercs) {
      if (error) {
        return next(error);
      } else {
        if (util.isNullOrUndefined(exercs)) {
          return res.status(204).end()
        } else {
          return res.end(JSON.stringify(exercs))
        }
      }
    });
  }
});
```

Caso exista o *token*, é necessário ainda assegurar que o mesmo é válido, o que acontece na primeira linha do excerto de código acima. Caso não seja, o pedido é rejeitado. Se for válido, é então seguro executar o registo ou obtenção de informação na base de dados. Caso seja um pedido com o objetivo de obter informação, como é o caso, e essa informação seja encontrada é devolvida no formato *JSON*, caso não seja encontrada é devolvido um erro com o código 204, o que significa que não há conteúdo.

### **4.1.3 QEF**

O *Quantitative Evaluation Framework* (QEF), é um método que tem como objetivo “medir quantitativamente a qualidade de um determinado conteúdo digital no contexto de um sistema educativo” (Escudeiro & Bidarra, 2008).

Este método permite avaliar o conteúdo desenvolvido num espaço multidimensional, geralmente tridimensional, como foi o caso deste projeto, onde cada uma das dimensões é constituída por um determinado número de fatores.

Por sua vez, estes fatores têm pesos específicos para a dimensão em que estão inseridos, sendo que a soma total dos pesos dos fatores de uma dimensão tem que ser igual a um. Os fatores são ainda constituídos por um conjunto de requisitos.

Os requisitos possuem também um peso específico dentro do fator em que estão inseridos, podendo esse peso variar entre dois e dez.

A avaliação do sistema consiste em atribuir a cada requisito uma percentagem equivalente à percentagem de cumprimento do nosso sistema em relação a esse mesmo requisito. Após a atribuição destas percentagens a todos os requisitos, obtemos a percentagem em que o nosso sistema cumpre o propósito para o qual foi desenvolvido.

Este modelo é uma ferramenta poderosa de controlo de qualidade. Em virtude disto, o seu uso é justificado e completamente adequado ao projeto.

Durante a implementação da solução, realizaram-se várias medições ao sistema com o objetivo de perceber o seu estado. A tabela apresentada de seguida mostra a última medição ao sistema que, como é possível verificar, obteve uma percentagem de cumprimento de 86%.

Tabela 10 – Quantitative Evaluation Framework (QEF)

q	D	qi	Dimension	Qi	p <sub>ij</sub> (peso do Factor j na Dim i) [0,1]	Factor	pr <sub>jk</sub> (peso do Requisito k no Factor j) {2, 4, 6, 8, 10}	Requirements	pc <sub>k</sub> % de cumprimento do Requisito k [0,100]
86%	0,44	92,5	Funcionalidade	100	0,80	Funcionais (Casos de uso)	10	FF01: Utilizador regista-se na aplicação	100
							10	FF02: Utilizador valida a conta	100
							10	FF03: Utilizador faz login	100
							10	FF04: Utilizador seleciona a opção jogar no menu principal	100
							10	FF05: Utilizador termina o registo de exercicio	100
							10	FF06: Utilizador seleciona a opção duelo no menu principal	100
							10	FF07: Utilizador entra na fila de utilizadores à procura de duelo	100
							10	FF08: Utilizador sai da fila de utilizadores à procura de duelo	100
							10	FF09: Utilizador seleciona a opção equipa no menu principal	100
							10	FF10: Utilizador aceita convite para uma equipa	100
							10	FF11: Utilizador rejeita convite para uma equipa	100
							10	FF12: Utilizador cria equipa	100
							10	FF13: Utilizador convida membros para a equipa	100
							10	FF14: Utilizador expulsa membros da equipa	100
							10	FF15: Utilizador altera capitão da equipa	100
							10	FF16: Utilizador abandona a equipa	100
							10	FF17: Utilizador elimina a equipa	100
							10	FF18: Utilizador seleciona a opção exercícos no menu principal	100
				10	FF19: Utilizador visualiza o percurso de um exercíco específico	100			
				10	FF20: Utilizador seleciona a opção definições no menu principal	100			
				10	FF21: Utilizador altera o tipo de mapa que visualiza	100			
				10	FF22: Utilizador elimina a conta	100			
				62,5	0,20	Não funcionais	10	FNF01: A aplicação faz uso dos sensores dos smartphones	100
			10				FNF02: A aplicação é capaz de interligar com um dispositivo de monitorização de atividade física	0	
			10				FNF03: O consumo de bateria da aplicação é adequado	75	
			10				FNF04: O consumo de dados móveis da aplicação é adequado	75	
		56,67	Ergonomia	81,25	0,40	Usabilidade	10	EU01: A interface da aplicação contribui para a motivar o utilizador	75
							10	EU02: As instruções de jogo são claras, precisas e concisas	75
							10	EU03: O utilizador facilmente inicia e termina a aplicação	75
							10	EU04: A interação com a aplicação é intuitiva	75
							10	EU05: O utilizador é capaz de utilizar a aplicação sem ler instruções	75
							10	EU06: Os símbolos do jogo são apropriados e coerentes	100

							10	EU07: Existe um botão de ajuda	100			
							10	EU08: A navegação entre ecrãs da aplicação é simples e consistente	75			
							10	EU09: A velocidade de comunicação entre o jogador e aplicação é adequada	75			
							10	EU10: Conteúdo escrito/narrado não contém erros sintáticos nem gramaticais.	100			
							10	EU11: A aplicação é multiplataforma	50			
							10	EU12: O utilizador recebe comentários acerca das suas ações	100			
				52,7778	0,30	Jogabilidade	10	EJ01: O utilizador controla as ações	100			
							10	EJ02: O uso de áudio melhora a jogabilidade	0			
							10	EJ03: O uso de vídeo melhora a jogabilidade	0			
							10	EJ04: Gráficos e imagens melhoram a jogabilidade	50			
							10	EJ05: O jogo é divertido de jogar	50			
							10	EJ06: O ritmo do jogo é satisfatório	75			
							10	EJ07: O jogo é desafiador	50			
							10	EJ08: O jogador sente que os resultados das suas ações/esforços são justos	75			
							10	EJ09: O sistema de duelos é justo	75			
				83,3333	0,10	Socio-Cultural	10	ESC01: A aplicação está disponível em vários idiomas	50			
							10	ESC02: A aplicação não apresenta qualquer conteúdo ofensivo ou estereótipos seja em termos de género, raça, religião ou diversidade cultural	100			
							10	ESC03: O jogo não inclui conteúdos que incitem violência	100			
				96,4286	0,60	Suporte	10	TS01: A aplicação é estável e funciona sistematicamente sem falhas	100			
							10	TS02: A instalação da aplicação é simples	100			
							10	TS03: Os dados dos utilizadores estão assegurados em caso de erro da aplicação	75			
							10	TS04: Os dados dos utilizadores estão protegidos de acessos não autorizados	100			
							10	TS05: Existem procedimentos de segurança e anti-pirataria	100			
							10	TS06: Existe um ponto de entrada no jogo simples e claro	100			
							10	TS07: A aplicação pode ser facilmente atualizada	100			
							100	0,40	Fluxo de jogo	10	TFJ01: A apresentação de conceitos é clara e oportuna	100
										10	TFJ02: Está disponível o modo competitivo (Multiplayer)	100
10	TFJ03: O utilizador tem um sentimento de controlo e é capaz de definir táticas e estratégias	100										
10	TFJ04: Os controlos da aplicação são os mesmos durante todo o jogo	100										
10	TFJ05: As cores usadas na aplicação são consistentes durante todo o jogo	100										
97,86	Técnica											

## 4.2 Avaliação da Solução

Esta secção tem como finalidade detalhar a avaliação da solução. Serão descritas as hipóteses a testar, as metodologias de teste e as variáveis a utilizar.

### 4.2.1 Hipótese a Testar

A hipótese em teste permitirá perceber se a aplicação cumpriu ou não o seu objetivo.

O principal objetivo deste projeto é promover a prática de atividades físicas através de um *exergame*. Esta aplicação deve ser de elevada usabilidade e desenvolvida recorrendo a tecnologias adequadas.

Assim, a hipótese em teste neste projeto pode ser definida como:

**Hipótese nula ( $H_0$ ):** O uso da aplicação com elevada usabilidade e tecnologias adequadas não conduziu a um aumento do tempo despendido a praticar atividades físicas;

$H_0$ : Tempo médio em atividade física com uso da aplicação = Tempo médio em atividade física sem o uso da aplicação

**Hipótese alternativa ( $H_1$ ):** O uso da aplicação com elevada usabilidade e tecnologias adequadas conduziu a um aumento do tempo despendido a praticar atividades físicas;

$H_1$ : Tempo médio em atividade com uso da aplicação > Tempo médio em atividade física sem o uso da aplicação

### 4.2.2 Variáveis para Avaliação

Para a avaliação deste projeto, definiram-se três variáveis a utilizar, sendo elas:

- **Usabilidade da aplicação:** pretende-se perceber se a aplicação é de fácil uso, com uma interface apelativa e mecânicas de jogo adequadas;
- **Adequabilidade das tecnologias usadas:** pretende-se perceber a satisfação dos utilizadores relativamente aos vários aspetos do jogo, bem como a satisfação com o dispositivo de monitorização escolhido;
- **Promoção da prática de exercício físico:** pretende-se perceber se, realmente, a aplicação foi capaz de promover e incentivar hábitos saudáveis de prática de exercício físico regular;

As variáveis de usabilidade e adequabilidade das tecnologias usadas têm como funções permitir avaliar a qualidade da solução desenvolvida e contribuir para motivar os utilizadores a utilizar a aplicação.

### **4.2.3 Metodologia de Avaliação**

De forma a avaliar as variáveis referidas e corroborar ou não a hipótese em estudo, realizaram-se inquéritos aos utilizadores.

O principal objetivo dos inquéritos aos utilizadores foi perceber se a aplicação conduziu, ou não, ao aumento do tempo despendido em atividade física, como ficou claro na definição da hipótese.

De seguida apresenta-se o plano de análise aos resultados dos questionários.

#### **4.2.3.1 Inquéritos aos Utilizadores**

Como já foi referido, o principal objetivo dos inquéritos era perceber se o tempo alocado à prática de exercício físico por parte dos utilizadores aumentou. No entanto, permitiram também complementar a avaliação realizada através do modelo *QEF*, no que diz respeito à satisfação dos utilizadores relativamente à jogabilidade e usabilidade da aplicação, e à adequabilidade das tecnologias usadas.

O grupo de teste era constituído por utilizadores com idades entre os vinte e dois e os trinta e seis anos. O grupo continha membros de ambos os sexos, embora o número de utilizadores do sexo masculino fosse ligeiramente superior.

De forma a serem capazes de preencher o inquérito, todos os utilizadores tiveram acesso à aplicação pelo tempo mínimo de uma semana. Não foram dadas normas para a utilização da aplicação, apenas foi pedido ao grupo de teste que, sempre que possível, utilizasse a aplicação para registar a sua atividade física.

O inquérito apresentado aos utilizadores pode ser consultado em anexo, no entanto convém referir que o mesmo era dividido em três tópicos: técnica, usabilidade e jogabilidade. Como resposta, era pedido aos utilizadores para escolherem um valor entre um e cinco, sendo que um significava discordar completamente, e cinco significava concordar completamente. Para preencher o *QEF* de acordo com as respostas dos utilizadores, foram consideradas positivas as respostas com os valores quatro e cinco.

Existiam ainda questões para perceber se o tempo despendido em atividade física tinha aumentado, pedindo aos utilizadores para introduzir o número médio de horas semanais que despendiam a praticar exercício físico antes e durante o uso da aplicação. O grupo foi também

questionado acerca do aumento, ou não, da sua motivação. Por fim, era pedido aos utilizadores para sugerirem melhorias ou descreverem *bugs* da aplicação.

### 4.3 Resultados

Esta secção tem então como objetivo apresentar os resultados dos questionários.

O número total de respostas aos questionários foi de catorze. Cada tópico de avaliação será analisado na secção correspondente, no entanto convém referir o que cada tópico pretendia avaliar.

A componente técnica do questionário pretendia perceber se os utilizadores consideravam a instalação da aplicação simples, bem como o consumo de bateria e dados móveis adequado.

A componente de usabilidade pretendia perceber a opinião dos utilizadores relativamente à facilidade em iniciar e terminar a aplicação. Pretendia também perceber a satisfação dos utilizadores com a interface gráfica da aplicação, nomeadamente se a mesma contribuía para a sua motivação, se interação era intuitiva, a navegação simples e consistente e a velocidade de comunicação entre o utilizador e a aplicação era adequada. Por fim, esta componente procurava perceber se os utilizadores consideravam as instruções claras e se se sentiam capazes de utilizar a aplicação sem as mesmas.

A componente de jogabilidade tinha como objetivo obter a opinião dos utilizadores relativamente ao jogo, nomeadamente se o consideravam divertido, desafiante e com um ritmo satisfatório. Os utilizadores foram também inquiridos acerca da justiça dos resultados das suas ações e do sistema de duelos. Por fim, foram questionados acerca do impacto de gráficos e imagens na jogabilidade, ou seja, se estes conteúdos gráficos melhoravam a experiência.

O gráfico que se segue mostra o valor da resposta média para cada tópico em avaliação.

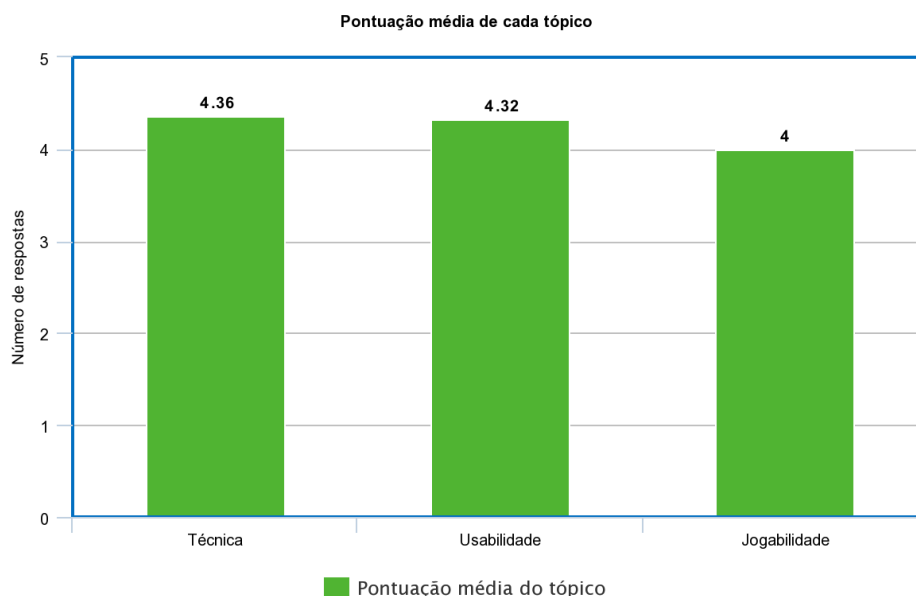


Gráfico 1 – Valor da resposta média de cada tópico

Consultando o Gráfico 1 é possível verificar que a componente técnica obteve a melhor classificação média, seguida de muito perto pela componente da usabilidade. Por último, aparece a componente da jogabilidade, embora com um valor médio de resposta bastante satisfatório.

#### 4.3.1 Técnica

No gráfico que se segue, é possível verificar o número de respostas para cada questão da componente técnica. Cada barra colorida representa um valor de resposta, como mostra a legenda.

Analisando o gráfico é possível constatar que apenas um utilizador não concordou completamente que a instalação é simples, talvez devido ao facto de a aplicação não estar disponível em nenhuma loja digital e ser necessário autorizar a instalação de aplicações por parte de fontes desconhecidas.

No que diz respeito ao consumo de bateria, todos os utilizadores concordam que é adequado. Relativamente ao consumo de dados móveis, os utilizadores também concordam que é adequado, sendo que dois utilizadores concordam completamente.

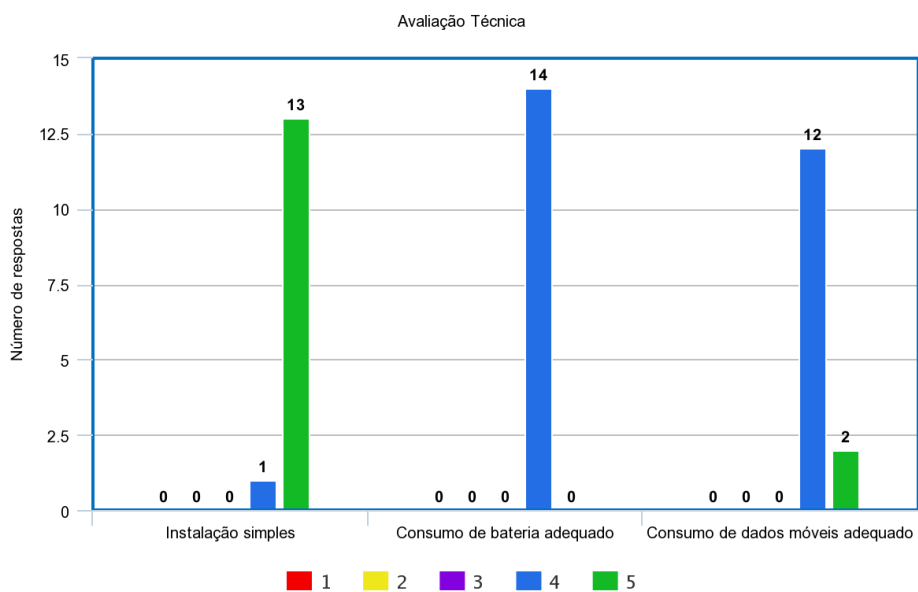


Gráfico 2 – Respostas componente técnica

### 4.3.2 Usabilidade

Uma vez que esta componente era composta por mais questões que a anterior, serão apresentados três gráficos de forma a facilitar a visualização dos dados. O gráfico que se segue contém as respostas às três primeiras questões deste componente.

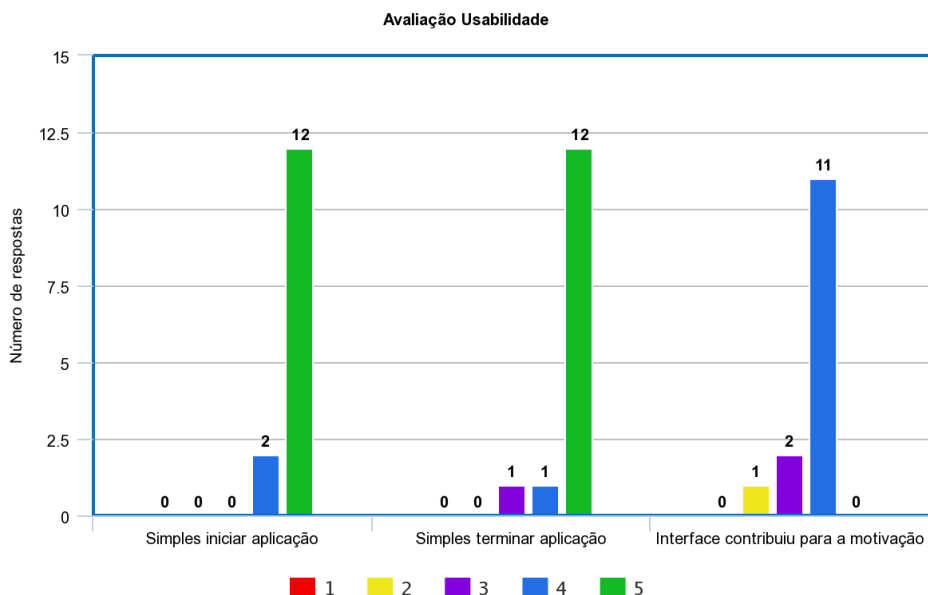


Gráfico 3 – Respostas componente usabilidade (parte 1)

Analisando o Gráfico 3 é possível verificar que dois dos inquiridos concordam que é simples iniciar a aplicação, enquanto doze concordam completamente. É também possível constatar

que o mesmo número de utilizadores, doze, concorda completamente que é igualmente simples terminar a aplicação. Contudo, um utilizador apenas concorda com a afirmação enquanto outro não concorda nem discorda. Uma possível razão para esta última resposta é que, para terminar a aplicação, é apenas necessário retroceder no menu principal da aplicação, no entanto, há dispositivos que não possuem um botão físico para retroceder, tornando assim necessários mais cliques por parte do utilizador, de forma abandonar a aplicação.

Por fim, o Gráfico 3 mostra também que onze utilizadores concordam que a interface gráfica da aplicação contribuiu para a sua motivação, enquanto outros dois utilizadores não concordam nem discordam. Contudo, um dos utilizadores inquiridos discorda desta afirmação, o que leva a querer que, ou efetivamente não sentiu particular satisfação pelas cores escolhidas ou modo de apresentação da informação na aplicação, ou que no seu dispositivo a interface gráfica da aplicação não funcionou corretamente.

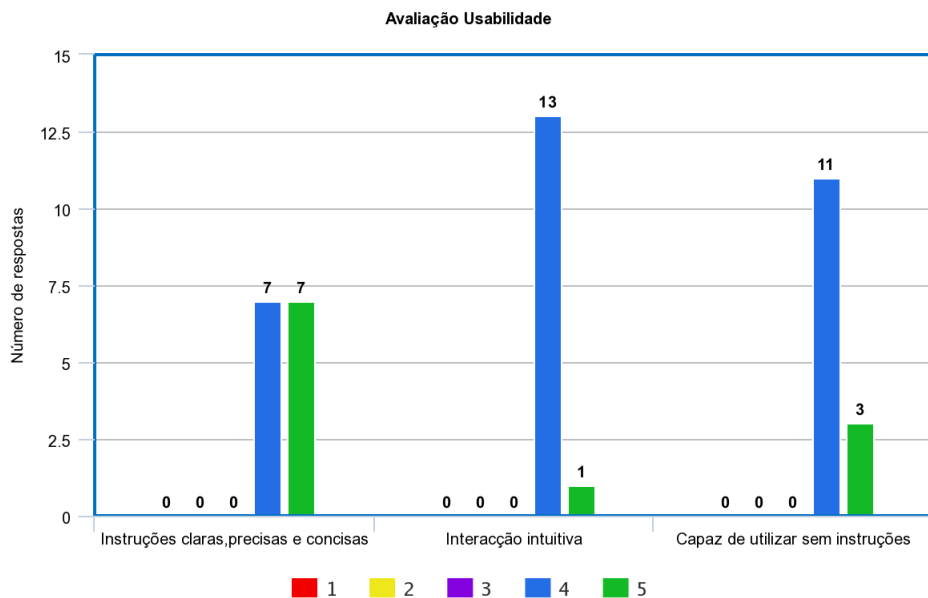


Gráfico 4 – Respostas componente usabilidade (parte 2)

No Gráfico 4 verifica-se que a opinião dos utilizadores se dividiu igualmente entre concordar ou concordar completamente que as instruções presentes na aplicação eram claras, precisas e concisas. No que diz respeito à capacidade para utilizar a aplicação sem essas mesmas instruções, onze dos inquiridos concordaram, enquanto três concordaram completamente.

No gráfico acima é possível também constatar que os utilizadores, em esmagadora maioria, concordam que a interação com a aplicação é intuitiva, sendo que apenas um concorda completamente com esta afirmação.

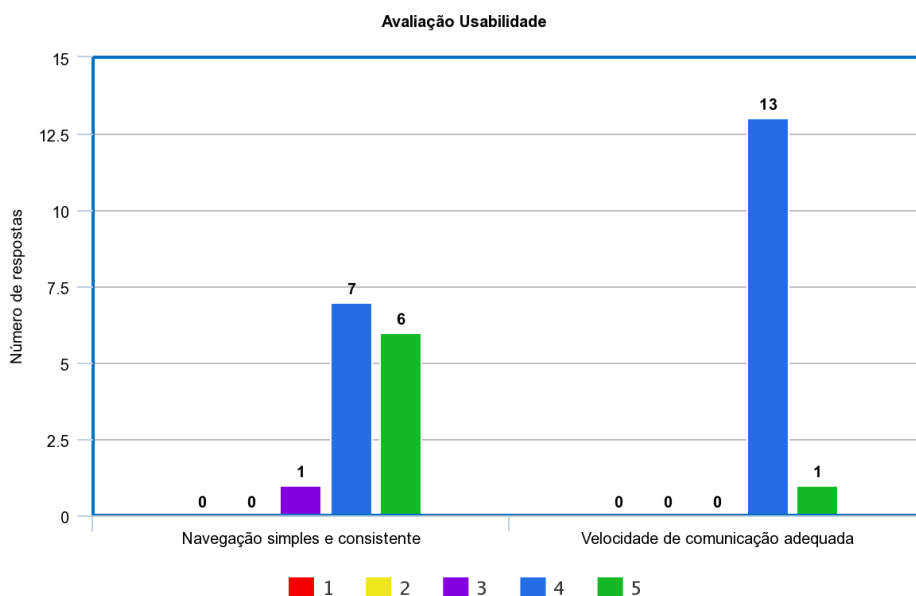


Gráfico 5 – Respostas componente usabilidade (parte 3)

Por fim, no Gráfico 5, estão representadas as respostas dos utilizadores para as últimas duas questões desta componente.

No que diz respeito à simplicidade e consistência da navegação pela aplicação, seis utilizadores concordaram completamente e sete apenas concordaram com esta afirmação. Contudo, um dos utilizadores não concordou nem discordou. Esta resposta pode ter como justificação o facto de, em apenas um dos ecrãs da aplicação, ser diferente o modo como se retrocede ao menu principal, embora isto aconteça para garantir que os dados da atividade do utilizador não são perdidos caso o utilizador clique involuntariamente no botão de retroceder, enquanto pratica exercício.

Relativamente à velocidade de comunicação com a aplicação, treze utilizadores concordam que a mesma é adequada, enquanto um dos utilizadores concorda completamente.

### 4.3.3 Jogabilidade

Tal como na secção anterior, as respostas a esta componente serão apresentadas em dois gráficos distintos.

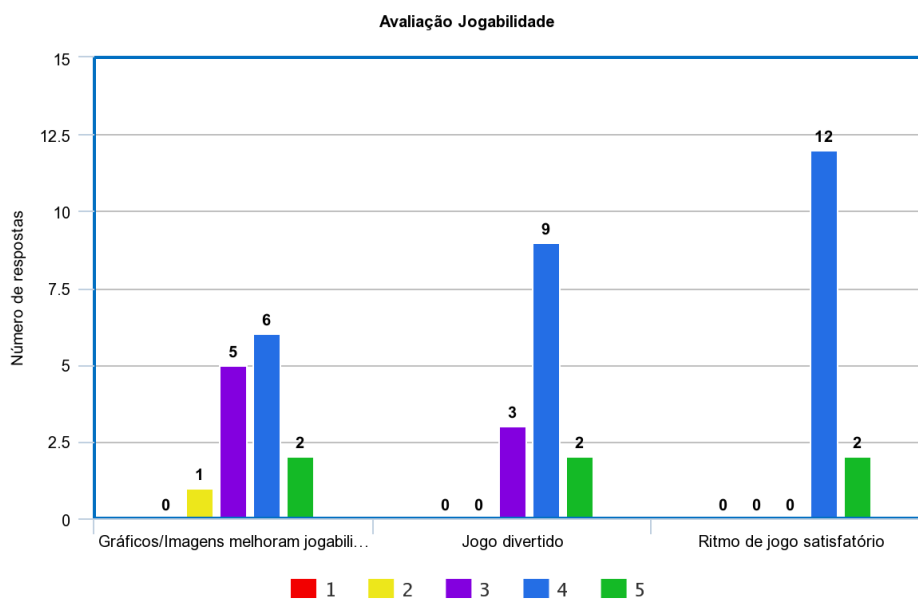


Gráfico 6 – Respostas componente jogabilidade (parte 1)

No Gráfico 6 é possível verificar que dois utilizadores concordam completamente que os gráficos e imagens da aplicação melhoram a jogabilidade, seis apenas concordam, cinco não concordam nem discordam e um utilizador discorda desta afirmação. Existem várias explicações possíveis para a opinião deste último utilizador. O mesmo pode não ter autorizado a aplicação a aceder ao sensor de geolocalização, o que torna impossível apresentar o mapa e calcular o seu percurso. O utilizador pode também ter autorizado o acesso ao sensor de geolocalização, mas não o ter ativado quando jogou o que, por vezes, pode levar a alguns erros na apresentação da localização do utilizador. Por fim, pode simplesmente não ter apreciado o modo de apresentação.

No que diz respeito ao jogo ser divertido, dois utilizadores concordam completamente com esta afirmação, nove apenas concordam e três não concordam nem discordam.

Relativamente ao ritmo de jogo, doze utilizadores concordam que é satisfatório, enquanto dois concordam completamente com esta afirmação.

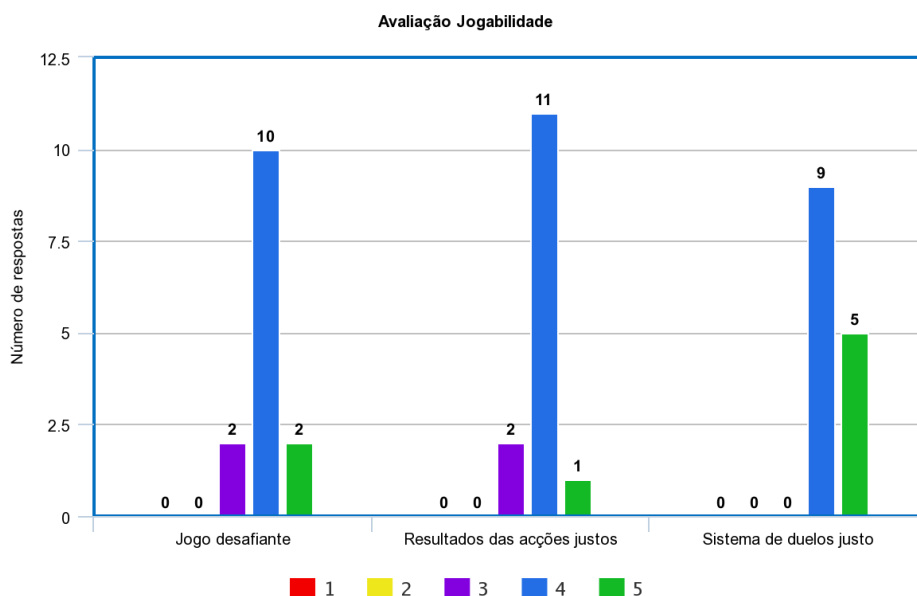


Gráfico 7 – Respostas componente jogabilidade (parte 2)

No Gráfico 7 é possível verificar que dez utilizadores concordam que o jogo é desafiante, enquanto dois concordam completamente e os restantes dois não concordam nem discordam desta afirmação.

Analisando o gráfico acima constata-se também que um utilizador concorda completamente que o resultado das suas ações é justo, onze apenas concordam e dois utilizadores não concordam nem discordam.

Por fim, cinco utilizadores concordam completamente que o sistema de duelos é justo, enquanto nove apenas concordam com esta afirmação.

#### 4.3.4 Outras questões

Esta secção destina-se a apresentar as respostas dos utilizadores às perguntas de resposta aberta. Estas questões inquiriam os utilizadores acerca do número de horas semanais que despendiam a praticar exercício físico sem o uso da aplicação e com o uso da aplicação. Foram também questionados acerca do contributo da aplicação na sua motivação para praticar exercício físico. Por último, era pedido aos utilizadores que exprimissem a sua opinião acerca de possíveis melhorias à aplicação ou que efetuassem a descrição de erros da aplicação, sendo que esta era a única questão de todo o questionário que não era de carácter obrigatório, e nem todos os utilizadores responderam.

O gráfico que se segue mostra as horas despendidas pelos utilizadores a praticar exercício físico sem o uso da aplicação.

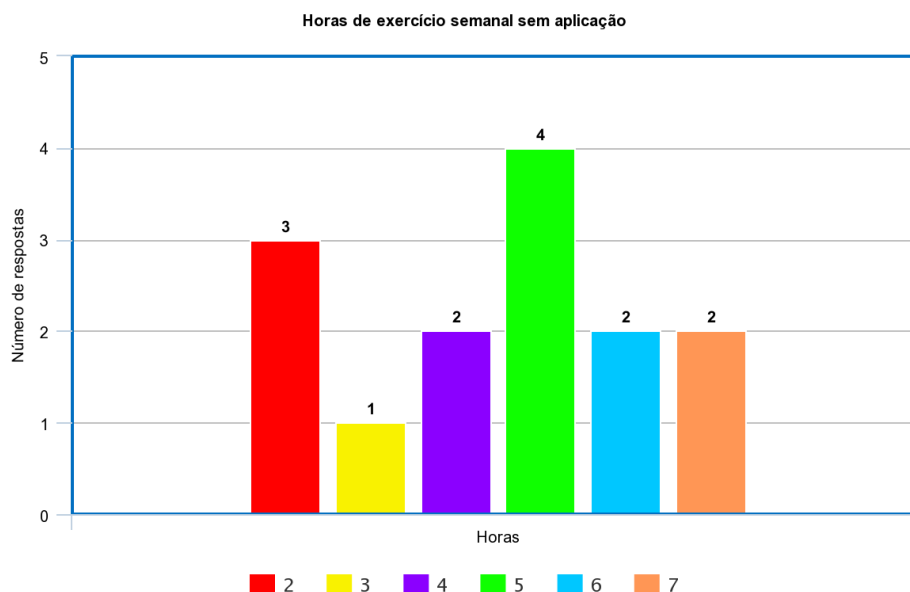


Gráfico 8 – Horas de exercício semanal dos utilizadores antes do uso da aplicação

O Gráfico 8 mostra que três utilizadores despendiam duas horas semanalmente a praticar exercício físico, um utilizador despendia três horas e outros dois utilizadores despendiam quatro horas. Mostra também que quatro utilizadores despendiam cinco horas, dois despendiam seis e outros dois utilizadores despendiam sete. Convém referir que quanto maior o número de horas despendido a praticar exercício físico semanalmente, mais complicado se torna aumentar o mesmo. De forma a analisar estes valores, é necessário comparar estas respostas com as respostas presentes no gráfico que se segue, que representam o número de horas de exercício semanal com o uso da aplicação.

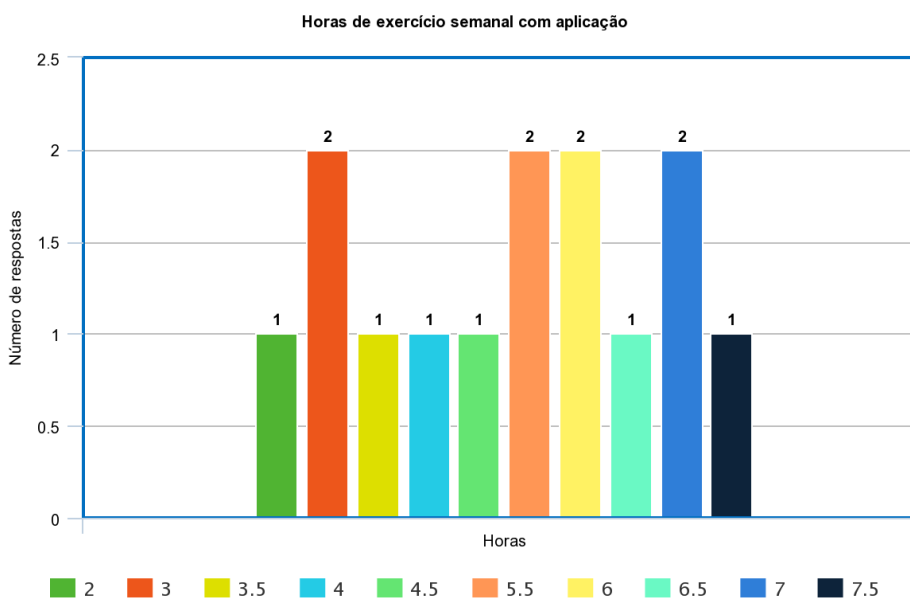


Gráfico 9 – Horas de exercício semanal dos utilizadores antes do uso da aplicação

Analisando os dados do Gráfico 9, é possível perceber que um utilizador passou a praticar duas horas de exercício semanal com o uso da aplicação, dois utilizadores passaram a praticar três horas, um utilizador três horas e meia, outro utilizador quatro horas e ainda outro utilizador passou a praticar quatro horas e meia de exercício semanal. Continuando a análise, dois utilizadores passaram a praticar exercício cinco horas e meia semanalmente, outros dois inquiridos passaram a despende seis horas semanais e um utilizador seis horas e meia. Dos três utilizadores restantes, dois passaram a praticar sete horas de exercício semanal e outro sete horas e meia.

Como já referido, os dados do Gráfico 8 e Gráfico 9 isolados não permitem perceber o impacto da aplicação. Contudo, quando comparadas as respostas, é possível verificar que sem a aplicação o número médio de horas era de 04h30m. Com o uso da aplicação o número médio de horas semanais a praticar exercício físico subiu para as cinco horas, mais precisamente 05h04m. Este era o resultado que se procurava, uma vez que era a hipótese que se pretendia testar.

De forma a obter uma confirmação ainda mais convicta do impacto da aplicação, perguntou-se diretamente aos utilizadores que efeito a aplicação teve na sua motivação. O gráfico que se segue mostra as respostas dos utilizadores.

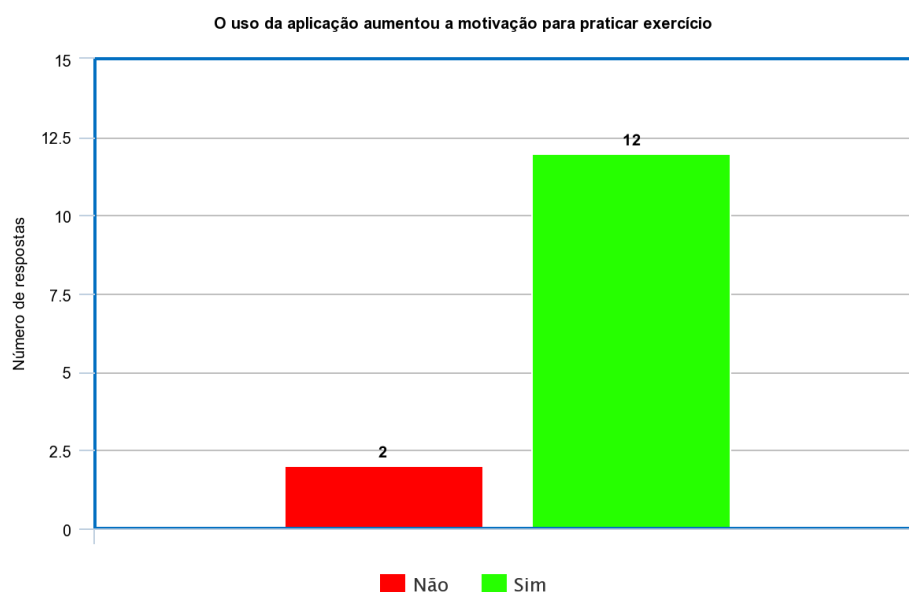


Gráfico 10 – Respostas dos utilizadores quando inquiridos sobre se a aplicação aumentou a sua motivação para praticar exercício físico

O Gráfico 10 comprova o resultado da análise ao número de horas despendidas semanalmente a praticar exercício físico com e sem aplicação, uma vez que doze dos utilizadores viram a sua motivação para a prática de exercício físico aumentar. Contudo, dois dos utilizadores não sentiram estas melhorias, talvez por já praticarem exercício durante um número elevado de horas ou simplesmente porque não ficaram satisfeitos com a aplicação.

Por fim, era pedido aos utilizadores para fazerem as suas observações acerca da aplicação ou descreverem *bugs* da mesma. De um total de nove respostas a esta pergunta, nenhuma consistia em descrição de erros da aplicação. Sete das nove respostas referiam melhorias na interface da aplicação, sendo que apenas duas respostas especificavam melhorias, sendo elas: implementação de notificações, nomeadamente para quando é encontrado um duelo, e a outra sugeria a introdução de uma métrica referente a energia despendida em cada sessão de exercício. As restantes duas respostas referiam que o intervalo de tempo para a atualização da posição do utilizador deveria ser menor.

#### **4.3.5 Análise dos Resultados**

Depois de analisadas todas as respostas dos utilizadores, é possível obter algumas conclusões.

O valor médio de resposta de cada componente em avaliação (Gráfico 1), permite concluir que os utilizadores ficaram, na sua generalidade, satisfeitos com a aplicação.

As respostas dos utilizadores às questões da componente técnica levam a querer que os mesmos consideram que a aplicação é de fácil instalação. Conclui-se também que a aplicação satisfaz os utilizadores, no que diz respeito à forma como economiza os recursos dos dispositivos móveis.

A componente de usabilidade permitiu perceber que há possibilidade de melhorar a interface gráfica da aplicação, nomeadamente na forma como esta contribui para o aumento da motivação dos utilizadores. Contudo, os utilizadores mostraram-se satisfeitos com a forma de iniciar e terminar a aplicação, com a interação com a mesma e com as instruções de utilização.

As respostas obtidas na componente de jogabilidade mostraram que os utilizadores ficaram satisfeitos com o ritmo de jogo e com o sistema de duelos. No entanto, verificou-se também que consideram que há possibilidades de melhorar a aplicação, no que diz respeito a serem recompensados mais justamente pelos seus esforços, bem como tornar o jogo mais desafiante e divertido. Por fim, ficou claro que os utilizadores acreditam que a jogabilidade pode ser melhorada com conteúdos gráficos de maior qualidade.

As questões de resposta aberta permitiram reunir algumas melhorias e funcionalidades que os utilizadores gostariam de ver implementadas na aplicação, melhorias essas apresentadas na secção 4.3.4. No entanto, a principal conclusão a retirar das respostas a esta componente é que, na sua grande maioria, os utilizadores viram a sua motivação para praticar exercício físico aumentar. Este facto é comprovado pelo aumento médio de cerca de trinta e quatro minutos no tempo de exercício semanal. Este aumento era o grande objetivo do projeto e permite aceitar a hipótese apresentada na secção 4.2.1.



## 5 Conclusão

Na génese deste projeto esteve a alarmante falta de hábitos saudáveis da população em geral, incluindo a falta de exercício físico. Esta dissertação assumiu como objetivo verificar se conjugar diferentes fatores motivacionais gerava, de facto, vetores de motivação mais elevados e permanentes para a prática de exercício físico.

Para o efeito, estudaram-se as aplicações móveis já existentes no mercado, fossem elas aplicações de registo de atividade ou *exergames*. Analisaram-se as melhores e piores características de cada uma, incluindo a forma como procuravam motivar os utilizadores, chegando-se à conclusão de que a grande maioria apenas considerava a competição como fator motivador.

Seguiu-se então uma pesquisa com o objetivo de descobrir outras formas de motivação de um indivíduo, concluindo-se que a colaboração também desempenha um papel importante na motivação.

De forma a conjugar estes dois fatores motivacionais, decidiu-se conceber um *exergame* que incorporasse características de aplicações de registo de atividade, mas, principalmente, que integrasse estes dois tipos de motivação através de dois modos de jogo distintos.

Durante o desenvolvimento da aplicação adotaram-se boas práticas de engenharia, incluindo o uso do *QEF* para controlar a percentagem de cumprimento do sistema relativamente ao sistema idealizado. No final do projeto, o valor desta taxa de cumprimento foi de 86%.

Para além disto, validou-se a solução através de questionários apresentados a um grupo de teste que utilizou a aplicação durante o tempo mínimo de uma semana. O objetivo destes questionários foi perceber a opinião dos utilizadores relativamente à componente técnica da aplicação, bem como à usabilidade e jogabilidade da mesma. Contudo, o principal objetivo era perceber de que forma tinha evoluído o tempo despendido a praticar exercício físico com o uso

da aplicação. Depois de analisados os resultados, verificou-se um aumento do tempo despendido semanalmente a praticar exercício por parte do grupo de teste, sendo que os mesmos confirmaram, na sua esmagadora maioria, que a sua motivação para a praticar atividade física aumentou.

Concluindo, todo este projeto foi bastante gratificante pois permitiu comprovar que, utilizando um dispositivo que a grande maioria da população possui hoje em dia, é possível ir mais além no que refere a instigar mudanças para melhor no estilo de vida das pessoas.

Contudo, existe ainda trabalho futuro. Uma melhoria passa por integrar o jogo com um dispositivo de monitorização de atividade física, tornando assim a aplicação muito mais simples de utilizar. Este foi o único objetivo do projeto que não foi cumprido. No entanto, há mais melhorias possíveis, como melhorias na interface gráfica da aplicação, nomeadamente na forma como é apresentada a localização ao utilizador, o que talvez torne possível aumentar os vetores de motivação para patamares ainda mais altos.

# Referências

- (Allee 2002) Allee, V., 2002. A Value Network Approach for Modeling and Measuring Intangibles. Madrid, Transparent Enterprise.
- (DGS 2007) DGS, 2007. *A actividade física e o desporto: um meio para melhorar a saúde e o bem-estar*. [Online]  
Available at: <https://www.dgs.pt/documentos-e-publicacoes/a-actividade-fisica-e-o-desporto-um-meio-para-melhorar-a-saude-e-o-bem-estar.aspx>  
[Acedido em 29 Janeiro 2018].
- (DRM Associates 2016) DRM Associates, 2016. *Value Analysis and Function Analysis System Technique*. [Online]  
Available at: <http://www.npd-solutions.com/va.html>  
[Acedido em 18 Dezembro 2017].
- (Escudeiro & Bidarra 2008) Escudeiro, P. & Bidarra, J., 2008. Quantitative Evaluation Framework (QEF). *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação*, Volume I, pp. 16-27.
- (Koen et al. 2002) Koen et al., P. A., 2002. Fuzzy Front End: Effective Methods, Tools and Techniques. Em: P. Belliveau, A. Griffin & S. Somermeyer, edits. *The PDMA ToolBook for New Product Development*. John Wiley & Sons, pp. 5-36.
- (Porter 1985) Porter, M., 1985. *The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*.
- (Saaty 1987) Saaty, R., 1987. The Analytic Hierarchy Process - What it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, Volume IX, pp. 161-176.
- (Saaty 2008) Saaty, T. L., 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *Int. J. Services Sciences*, Volume I, pp. 83-98.
- (Silva 2015) Silva, R., 2015. *Estudo sobre a colaboração em exergames: o modo colaborativo do Running Wheel*. [Online]  
Available at:  
<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/126079/000971098.pdf?sequence=1>  
[Acedido em 27 Novembro 2017].
- (Song et al. 2009) Song et al., H., 2009. *The Effects of Competition on Intrinsic Motivation in Exergames and the Conditional Indirect Effects of Presence*. [Online]  
Available at:  
[https://www.researchgate.net/publication/265925880\\_The\\_Effects\\_of\\_Competition\\_on\\_Intrinsic\\_Motivation\\_in\\_Exergames\\_and\\_the\\_Conditional\\_Indirect\\_Effects\\_of\\_Presence](https://www.researchgate.net/publication/265925880_The_Effects_of_Competition_on_Intrinsic_Motivation_in_Exergames_and_the_Conditional_Indirect_Effects_of_Presence)  
[Acedido em 27 Novembro 2017].
- (Value Networks LLC 2011) Value Networks LLC, 2011. *Value Networks Tutorial - Healthcare Scheduling*. [Online]  
[Acedido em 8 Janeiro 2018].
- (Woodall 2003) Woodall, T., 2003. *Conceptualising 'Value for the Customer': An Attributional, Structural and Dispositional Analysis*, *Academy of Marketing Science Review*.



# Anexo A – Análise de Valor

## Processo de Negócio e Inovação

De acordo com *Peter Koen*, o processo de inovação pode ser dividido em três fases distintas: o *FFE (Fuzzy Front End)*, o processo *NPD (New Product Development)* e comercialização. Estas três fases podem ser vistas na Figura 49.

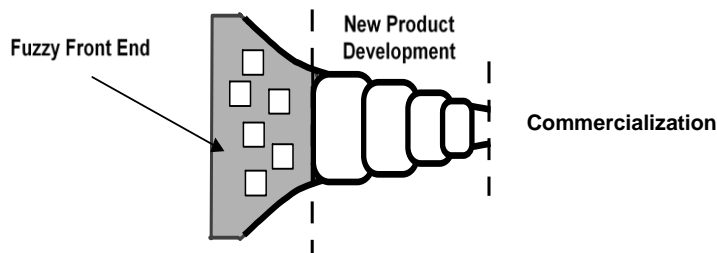


Figura 49 – Processo de inovação do produto (Koen et al., 2002)

A primeira fase, a fase mais inicial, é constituída por atividades imprevisíveis e com datas incertas, levando a que seja considerada como a fase mais oportuna para melhorar o processo de inovação. A segunda fase é mais orientada a objetivos e, portanto, mais rigorosa em termos temporais. A terceira fase é a comercialização.

Como é possível perceber, existe uma grande diferença de atividades entre a primeira e a segunda fase. Para colmatar esta diferença, o modelo *NCD (New Concept Development)* foi criado. O *NCD* atua na fase *FFE*. A Figura 50 mostra esse mesmo modelo.

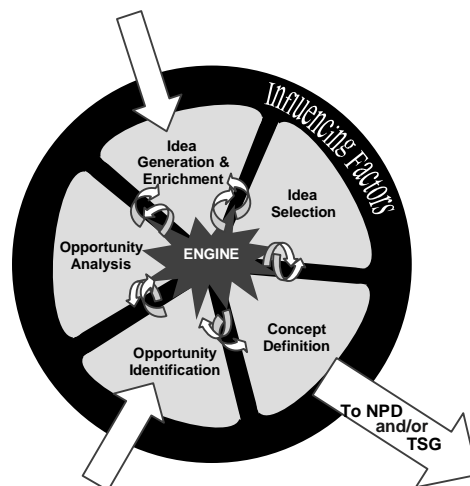


Figura 50 – O modelo *New Concept Development* (Koen et al., 2002)

O modelo é constituído por três partes chave (Koen et al., 2002):

1. O motor, que diz respeito à liderança, cultura e estratégia de negócio da organização;
2. As áreas internas, que representam os cinco elementos do *NCD*. O modelo tem uma forma circular para sugerir que ideias e conceitos devem iterar entre os cinco elementos;
3. Os fatores externos, que são usualmente incontroláveis pela organização, mas podem influenciar o processo de inovação da mesma, nomeadamente na fase de comercialização;

As setas de entrada visíveis na figura acima representam possíveis pontos de início de projetos, seja através de geração de ideias ou identificação de oportunidades. A seta de saída representa como um conceito deve sair do modelo, seja para o processo *NPD* ou para o processo *TSG* (*Technology State Gate*).

Os cinco elementos constituintes do modelo podem ser definidos como:

- **Identificação de oportunidade:** neste elemento são identificadas oportunidades que sejam passíveis de perseguir. Para tornar a identificação de oportunidades eficaz existem diversos métodos a seguir, como: *Roadmapping*, análise das tendências dos clientes, análise das tendências das tecnologias, pesquisas de mercado, análise de informação competitiva e planeamento de cenários;
- **Análise de oportunidade:** neste elemento a oportunidade é analisada para perceber se a mesma é merecedora de ser perseguida;
- **Geração e melhoramento de ideias:** é neste elemento que as ideias são melhoradas. Para auxiliar o processo podem ser usados métodos que passam por incentivos para estimular ideias, identificação de possíveis novos clientes e identificação de novas soluções, usando diferentes tecnologias;
- **Seleção de ideia:** neste elemento, as melhores ideias são selecionadas. Esta seleção pode ser feita recorrendo a métodos como seleção de ideias a partir de *feedback* ou a partir de um conjunto de metodologias, ou usando a teoria de opções;
- **Definição de conceito:** este é o elemento final do modelo. Neste elemento são definidos e desenvolvidos os principais aspetos para o projeto ser bem-sucedido. Métodos que facilitam a realização desta atividade são: envolver os clientes o mais cedo possível, definição de objetivos e rápida avaliação de inovações de alto potencial.

No que diz respeito a este projeto, o seguimento dos cinco elementos do modelo gerou os seguintes resultados:

- **Identificação de oportunidade:** identificou-se a oportunidade de criar um produto capaz de promover a prática de exercício físico. Esta identificação foi baseada em

métodos como tendências dos consumidores, ou seja, a crescente popularidade da prática de exercício físico, principalmente nas cidades. As tendências das tecnologias também se revelaram importantes, uma vez que cada vez mais são usados dispositivos e aplicações, para dispositivos móveis, de registo de atividade física. O número de jogos para dispositivos móveis em que o progresso advém, exclusivamente, do movimento do utilizador também tem aumentado. O número de aplicações e jogos deste tipo têm aumentado devido ao aumento de interesse por parte dos utilizadores neste tipo de aplicações, sejam elas apenas de registo de atividade física ou jogos, como mostram os dados do mercado;

- **Análise de oportunidade:** nesta fase, para além dos fatores que contribuíram para a identificação da oportunidade, o facto de a prática de exercício físico contribuir positivamente para a saúde, pesaram na decisão de perseguir a oportunidade identificada;
- **Geração e melhoramento de ideias:** neste projeto, através de *brainstorming*, foram identificadas três possíveis ideias: desenvolver um *exergame*, desenvolver uma aplicação de registo de atividade física ou desenvolver uma aplicação com características de ambas;
- **Seleção de ideia:** neste projeto os aspetos chave para seleccionar a ideia a seguir são a motivação, a facilidade de integração com dispositivos de registo de atividade (*wearables*) e os produtos existentes no mercado;
- **Definição de conceito:** neste projeto verificou-se que a melhor opção é realmente a criação de um *exergame* capaz de registar métricas relacionadas com a atividade física dos utilizadores, tendo-se, inclusivamente, avaliado esta opção recorrendo a um modelo de tomada de decisão, que será apresentado na secção de processo de tomada de decisão.

## Valor para o Cliente

Definir uma proposta de valor para um produto ou serviço é de extrema importância, pois permite perceber se estamos a colmatar as necessidades do nosso público alvo e, caso não estejamos, podemos ajustar o produto para o fazer.

Contudo, podem existir situações em que potenciais clientes não percecionem o valor de um determinado produto da mesma forma que os desenvolvedores. Isto não significa que o produto não responde, efetivamente, às necessidades dos clientes, apenas que eles não o entendem dessa forma. Assim surge o conceito de valor percecionado. Isto implica que, sem uma noção clara da forma como os clientes irão percecionar o produto, há um risco de os mesmos não o adquirirem. Um produto pode resolver a maioria dos problemas de um

determinado cliente, mas se o seu custo for bastante elevado, o cliente, provavelmente, não o irá adquirir.

O valor percecionado pelo cliente pode ser analisado de um ponto de vista temporal, dividindo a linha temporal do produto em quatro fases (Woodall, 2003):

- **Pré-compra:** fase em que se tenta prever qual será a perceção dos clientes em relação ao nosso produto;
- **Compra:** valor percecionado pelo cliente aquando da compra;
- **Pós-compra:** resultados obtidos em experiências baseadas nas escolhas dos consumidores e fornecedores;
- **Após utilização:** fase que reflete o cessar da utilização ou venda do produto;

A solução adotada para este projeto tem como objetivo principal contribuir para o aumento da saúde e condição física do utilizador. Este é o maior valor oferecido ao cliente. Contudo, existem outros benefícios da aplicação. A tabela que se segue contém os benefícios identificados.

Tabela 11 – Benefícios da aplicação identificados

<b>Benefícios</b>
Facilidade de uso do produto quer pelo facto do mesmo estar disponível para dispositivos móveis, quer pela experiência que os utilizadores já têm no uso de aplicações
Aplicação grátis
Motivação inerente a um jogo
Registo de parâmetros de atividade física
Estimulação da prática de exercício físico
Melhoramento da saúde e condição física
Integração com <i>wearable fitbit</i>

No que diz respeito a sacrifícios, a tabela que se segue mostra os sacrifícios identificados na perspetiva do utilizador.

Tabela 12 - Sacrifícios da aplicação identificados

<b>Sacrifícios</b>
Dispositivos móveis com capacidade para suportar a aplicação
Publicidade na aplicação
Necessidade de compra do <i>wearable fitbit</i> para uso total da aplicação

## Geração de Valor

Uma rede de valor é qualquer rede de relacionamentos que gera valor tangível ou intangível, através de trocas complexas e dinâmicas entre dois ou mais indivíduos, grupos ou organizações (Allee, 2002).

Com uma rede de valor bem definida, torna-se possível aumentar o valor gerado por essa rede, otimizando, por exemplo, as interações existentes na rede. Os passos para definir uma rede de valor claramente são (Value Networks LLC, 2011):

1. Perceber as pessoas existentes na rede:
  - a. Definir a atividade que se pretende melhorar;
  - b. Perceber os requisitos dos papéis geradores de valor;
  - c. Identificar as pessoas capazes de desempenhar esses papéis;
2. Perceber as interações existentes na rede:
  - a. Definir interações formais e artefactos necessários;
  - b. Definir interações de suporte e artefactos necessários;
3. Aumentar o valor da rede:
  - a. Otimizar os fluxos que geram valor;
  - b. Aumentar o valor das interações;

Neste projeto, a forma mais adequada de expor o processo de geração de valor e analisar o mesmo, é recorrendo à cadeia de valor de *Porter*. Embora esta cadeia de valor seja mais facilmente aplicável a empresas de grande dimensão, não deixa de ser adequado aplicar no caso deste projeto.

Uma cadeia de valor desagrega uma empresa nas suas atividades estrategicamente relevantes, para entender o comportamento dos custos e as existentes e potenciais fontes de diferenciação (Porter, 1985).

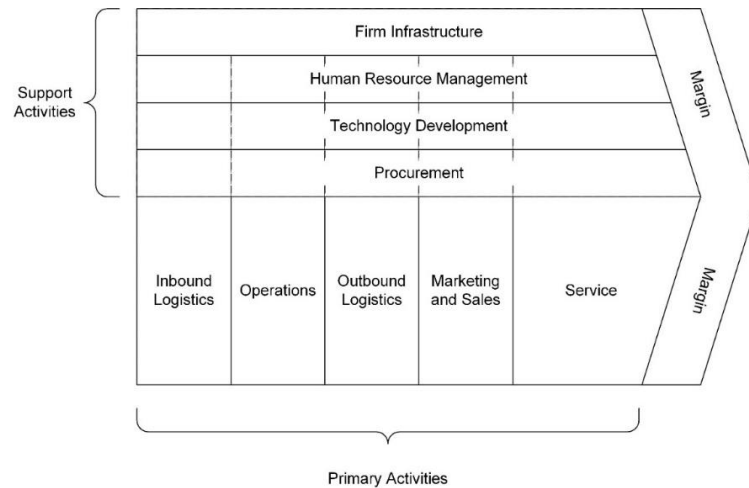


Figura 51 - Cadeia de valor genérica de *Porter*

Como é possível ver na Figura 51, a cadeia de valor proposta por *Porter* é composta por atividades primárias e de suporte. De seguida segue-se uma descrição de cada uma dessas atividades. Começando pelas atividades primárias:

- **Logística de entrada:** atividades associadas à entrada de materiais necessários à criação do produto;
- **Operações:** atividades associadas à transformação dos materiais adquiridos na fase anterior, no produto desejado;
- **Logística de saída:** atividades associadas ao armazenamento e distribuição do produto;
- **Marketing e vendas:** atividades relacionadas com a obtenção de clientes, bem como com as formas que são disponibilizadas aos clientes para que os mesmos sejam capazes de obter o produto;
- **Serviços:** atividades relacionadas com manutenção ou aumento do valor do produto, após a compra do mesmo por parte de um determinado cliente;

As atividades de suporte dizem respeito a:

- **Procuração:** atividades relacionadas com a forma como a empresa obtém os recursos necessários;
- **Desenvolvimento tecnológico:** atividades relacionadas com a gestão, processamento de informação e segurança. Nesta fase, minimizar os custos de desenvolvimento sem comprometer a qualidade técnica bem como acompanhar os avanços tecnológicos são os fatores chave de geração de valor;
- **Gestão de recursos humanos:** atividades relacionadas com a relação da empresa com os seus funcionários, desde o recrutamento à motivação dos mesmos;

- **Infraestrutura:** atividades relacionadas com o funcionamento diário da empresa;

Resta apenas explicar o conceito de margem existente na cadeia de valor genérica de *Porter*. A cadeia de valor permite a uma organização identificar os aspetos chave de todas as atividades relacionadas com o desenvolvimento de um determinado produto, as oportunidades existentes para os melhorar ou possíveis alterações à estrutura de prioridades. Isto permite aumentar o valor criado, diminuindo o custo de criação do mesmo. A diferença entre o valor criado e o custo para o criar equivale à margem.

Como já foi referido, esta cadeia de valor é mais facilmente aplicada a empresas de grande dimensão. Isto implica que, no caso deste projeto, há atividades que perdem relevância, nomeadamente as atividades de suporte, como será possível perceber de seguida, na descrição dessas mesmas atividades no âmbito deste projeto. Iniciando, mais uma vez, pelas atividades primárias:

- **Logística de entrada:** no caso deste projeto, como ficou representado na Tabela 9, as parcerias chave são o principal fator gerador de valor nesta fase. A existência de um *wearable fitbit* para desenvolvimento da aplicação também contribui para potenciar o valor gerado nesta fase;
- **Operações:** neste projeto, trata-se da implementação total da aplicação, bem como a realização dos testes necessários. Uma implementação bem pensada e documentada, bem como um conjunto de testes que assegurem a qualidade da aplicação são os fatores chave de criação de valor nesta fase;
- **Logística de saída:** especificamente para este projeto, não há armazenamento do produto, uma vez que é uma aplicação. A aplicação estará disponível nas lojas de aplicações, que funcionam também como canais de distribuição do produto até aos clientes;
- **Marketing e vendas:** de forma a atingir o público alvo é necessário publicitar a aplicação, nomeadamente nas redes sociais. Uma vez que a aplicação é gratuita, a forma de a obter é descarregando a mesma de uma das lojas em que estará disponível. Nos meios usados para publicitar a aplicação, colocar as ligações para descarregar a aplicação é uma forma de facilitar a obtenção do produto por parte dos clientes. Definir claramente as vantagens da aplicação e simplificar a instalação e obtenção da mesma são fatores geradores de valor nesta fase;
- **Serviços:** a forma de manter ou aumentar o valor da aplicação após a instalação da mesma passa por ter em consideração os comentários dos utilizadores e atualizar a aplicação em concordância. Atualizações para melhorar a aplicação, seja introduzindo funcionalidades ou simplificando as existentes, contribuem para aumentar o valor do produto;

No que diz respeito às atividades de suporte:

- **Procuração:** no desenvolvimento desta aplicação, os recursos necessários são o dispositivo *fitbit*, que já tinha sido adquirido, e um computador com o ambiente de desenvolvimento escolhido, que também já se encontrava disponível;
- **Desenvolvimento tecnológico:** a escolha do ambiente de desenvolvimento *Unity3D*, bem como uso de dispositivos *wearable* vão de encontro aos avanços tecnológicos. O próprio conceito de *exergame* capaz de registar variáveis de atividade física, não sendo novo, é relativamente recente e encontra-se em fase de desenvolvimento;
- **Gestão de recursos humanos:** nesta atividade é importante referir a liberdade existente na tomada de decisões do projeto, o acompanhamento dado e a pronta disponibilização do material necessário;
- **Infraestrutura:** esta é uma atividade importante para empresas de grande dimensão, contudo, perde relevância no caso deste projeto, devido à dimensão da organização. Para além disso, esta atividade tem uma importância reduzida para o desenvolvimento da aplicação;

## Processo de Tomada de Decisão

Uma das decisões mais importantes deste projeto consistia em decidir o tipo de aplicação a desenvolver. Para escolher a melhor alternativa numa decisão complexa como esta, é possível recorrer a alguns modelos existentes para auxiliar a tomada de decisão.

Para decidir sobre que tipo de aplicação desenvolver, adotou-se o método *AHP* (*Analytic hierarchy process*).

Na sua generalidade, o *AHP* é uma estrutura não-linear para facilitar tanto o pensamento dedutivo como indutivo sem o uso de silogismos, tendo vários fatores em consideração simultaneamente e permitindo o uso de dependência e *feedback*, e fazendo compromissos numéricos para chegar a uma síntese ou conclusão (Saaty, 1987).

Os passos para analisar soluções alternativas para um problema, usando o método *AHP*, são (Saaty, 2008):

1. Definir o problema e determinar o tipo de conhecimento procurado;
2. Estruturar a hierarquia de decisão do topo para o nível mais baixo. Começando com o problema, seguido pelos critérios de decisão, podendo ainda adicionar subcritérios. Por último aparece o conjunto de alternativas.
3. Construir um conjunto de matrizes de comparação. Cada elemento de um nível superior é usado para comparar os elementos no nível imediatamente abaixo.

4. Usar as prioridades obtidas das comparações para avaliar as prioridades do nível imediatamente abaixo. Fazer isso para cada elemento. De seguida, para cada elemento no nível abaixo, adicionar os seus valores ponderados e obter sua prioridade global. Continuar este processo de pesagem e adição até as prioridades das alternativas serem obtidas;

No que diz respeito à atribuição de prioridades no método *AHP*, a Tabela 13 mostra a escala que deve ser usada.

Tabela 13 -Escala de prioridades (Saaty, 1987)

Nível de Importância	Definição	Explicação
1	Igual importância	Dois actividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Fracamente importante	Experiência e julgamento favorecem ligeiramente uma actividade em relação à outra
5	Forte importância	Experiência e julgamento favorecem largamente uma actividade em relação à outra
7	Muito forte importância	Uma actividade é altamente favorecida em relação a outra e sua dominância é demonstrada na prática
9	Importância extrema	A evidência favorece uma actividade em relação a outra com o mais alto grau de certeza
2,4,6,8	Valores intermédios	Compromisso entre duas definições

Como já foi referido, o tipo de aplicação a desenvolver representou a decisão mais complexa deste projeto. O processo descrito acima foi aplicado a este problema. De seguida, apresentam-se todos os artefactos e cálculos efetuados até se tornar possível perceber qual a melhor alternativa. Por motivos de mais fácil representação e compreensão do leitor, a alternativa que representa a aplicação com características tanto de *exergame*, como de aplicação de registo de actividade física, será representada por “*ExerApp*”.

Uma vez que o problema já foi exposto, torna-se necessário estruturar a hierarquia de decisão, representada na Figura 52.

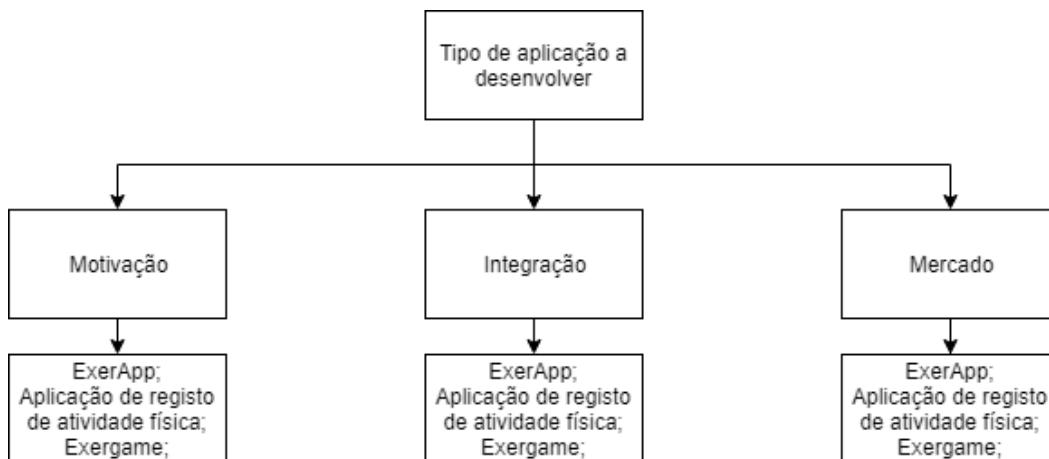


Figura 52 – Estrutura de decisão

O primeiro nível da estrutura representa o problema, o segundo os critérios pelos quais as alternativas, representadas no terceiro nível, serão julgadas.

Com base na Tabela 13, é necessário definir a importância dos critérios quando comparados com os restantes. Os critérios são a capacidade de motivar os utilizadores para a prática de exercício físico, a facilidade de integração com dispositivos de registo de atividade e o número de aplicações semelhantes existentes no mercado. A tabela que se segue apresenta essa mesma comparação.

Tabela 14 - Comparação entre a importância dos critérios

Critérios	Motivação	Integração	Mercado
Motivação	1	3	2
Integração	$1/3$	1	$1/3$
Mercado	$1/2$	3	1

A comparação da tabela acima pode ser representada numa matriz, seguida de uma normalização aos valores das comparações dos critérios. As seguintes matrizes,  $A$  e  $A_n$ , representam os valores da Tabela 14 e a sua normalização, respetivamente. A partir da normalização, os valores serão sujeitos a arredondamentos de forma a facilitar a representação e leitura.

$$A = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 3 & 2 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1/3 \\ 1/2 \end{matrix} & \begin{matrix} 1 & 1/3 \\ 3 & 1 \end{matrix} \end{matrix} \quad A_n = \begin{matrix} & \begin{matrix} 0,55 & 0,43 & 0,60 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 0,18 \\ 0,27 \end{matrix} & \begin{matrix} 0,14 & 0,10 \\ 0,43 & 0,30 \end{matrix} \end{matrix}$$

Com a matriz normalizada, já é possível calcular a prioridade relativa de cada critério, calculando a média aritmética dos valores da linha de cada critério. A matriz apresentada de seguida mostra os valores resultantes deste cálculo.

$$\begin{array}{r} 0.52 \\ \text{Prioridade Relativa} = 0.14 \\ 0.33 \end{array}$$

A matriz acima permite perceber que o critério da motivação é o mais importante, seguido pelo número de aplicações existentes no mercado. Por último, aparece a facilidade de integração.

O próximo passo é avaliar a consistência destas mesmas prioridades, calculando a razão de consistência. A fórmula para obter a razão de consistência é:

$$RC = \frac{IC}{IR} \quad (1)$$

Na fórmula apresentada acima, *IC* representa o índice de consistência e *IR* o índice aleatório para o número de comparações par a par efetuadas. Para obter o *IR* pode recorrer-se à seguinte tabela (Saaty, 1987):

Tabela 15 – Valor do IR para matrizes quadradas de ordem N

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9
IR	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

Uma vez que a matriz de comparação dos critérios é de ordem três, o *IR* a usar é de 0,58.

Contudo, para calcular a razão de consistência ainda é necessário calcular o índice de consistência, *IC*. A fórmula para obter este valor é:

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (2)$$

onde *n* representa mais uma vez a ordem da matriz, e  $\lambda_{\max}$  o maior valor próprio da matriz. A seguinte equação mostra como obter o valor de  $\lambda_{\max}$ .

$$A \times x = \lambda_{\max} \times x \quad (3)$$

onde *A* representa a matriz inicial de comparação, antes mesmo de ser normalizada e *x* a matriz de prioridades relativas, também já apresentada anteriormente.

Apresentadas as fórmulas e realizados os cálculos o valor obtido para a razão de consistência foi de  $RC = 0,04$ . Uma vez que este valor é inferior a 0,1 é possível afirmar que os valores das prioridades relativas são consistentes.

A próxima fase consiste em, para cada critério, construir a matriz de comparação de cada uma das alternativas possíveis, normalizar essa mesma matriz e calcular o vetor de prioridade. Começando pelo critério da motivação, a tabela abaixo representa a comparação das alternativas com base na capacidade de motivação:

Tabela 16 - Comparação entre as alternativas usando o critério da motivação

Alternativas	ExerApp	Aplicação de registo de atividade física	Exergame
ExerApp	1	3	2
Aplicação de registo de atividade física	1/3	1	1/2
Exergame	1/2	2	1

A tabela acima pode ser representada na forma de uma matriz, que de seguida se normaliza, com o objetivo de tornar possível obter o vetor de prioridades. As matrizes  $M$  e  $Mn$  representam a Tabela 16 e a sua normalização, respetivamente. A partir da matriz normalizada é possível calcular o vetor de prioridades, como já foi explicado anteriormente, representado na matriz *Vetor prioridades*.

$$M = \begin{matrix} 1 & 3 & 2 \\ 1/3 & 1 & 1/2 \\ 1/2 & 2 & 1 \end{matrix} \quad Mn = \begin{matrix} 0,55 & 0,50 & 0,57 \\ 0,18 & 0,17 & 0,14 \\ 0,27 & 0,33 & 0,29 \end{matrix}$$

$$\text{Vetor prioridades} = \begin{matrix} 0,54 \\ 0,16 \\ 0,30 \end{matrix}$$

O mesmo processo foi repetido para os restantes dois critérios. Para o critério da integração a tabela e matrizes obtidas, seguindo a mesma lógica de nomenclatura utilizada na representação dos valores do critério anterior, foram:

Tabela 17 - Comparação entre as alternativas usando o critério da integração

Alternativas	ExerApp	Aplicação de registo de atividade física	Exergame
ExerApp	1	1/2	1
Aplicação de registo de atividade física	2	1	2
Exergame	1	1/2	1

$$I = \begin{matrix} 1 & 0,5 & 1 \\ 2 & 1 & 2 \\ 1 & 0,5 & 1 \end{matrix} \quad In = \begin{matrix} 0,25 & 0,25 & 0,25 \\ 0,50 & 0,50 & 0,50 \\ 0,25 & 0,25 & 0,25 \end{matrix}$$

$$\text{Vetor prioridades} = \begin{matrix} 0,25 \\ 0,50 \\ 0,25 \end{matrix}$$

De seguida, para o último critério, o número de aplicações semelhantes existentes no mercado.

Tabela 18 - Comparação entre as alternativas usando o critério das aplicações existentes no mercado

Alternativas	ExerApp	Aplicação de registo de atividade física	Exergame
ExerApp	1	4	2
Aplicação de registo de atividade física	1/4	1	1/3
Exergame	1/2	3	1

$$M = \begin{matrix} & 1 & 4 & 2 \\ 0,25 & 1 & 0,33 & \\ 0,50 & 3 & 1 & \end{matrix} \quad Mn = \begin{matrix} 0,57 & 0,50 & 0,60 \\ 0,14 & 0,125 & 0,10 \\ 0,29 & 0,375 & 0,30 \end{matrix}$$

$$\text{Vetor prioridades} = \begin{matrix} 0,56 \\ 0,12 \\ 0,32 \end{matrix}$$

Após todos estes cálculos, já é possível representar a estrutura de decisão presente na Figura 52, mas com os valores das prioridades de cada critério e de cada alternativa em relação aos critérios, como é possível ver na Figura 53.

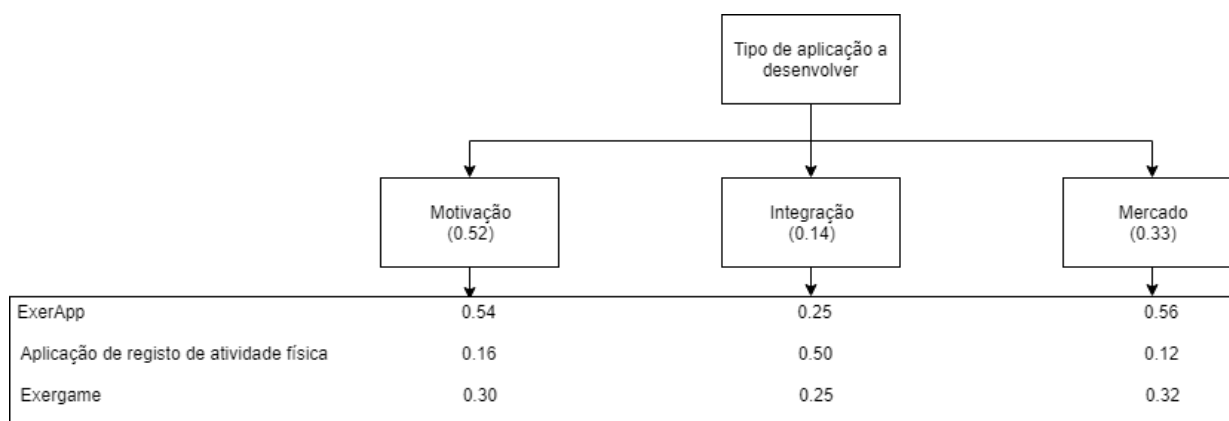


Figura 53 - Estrutura de decisão com os valores de cada alternativa e cada critério

Por último, falta apenas transformar a figura acima em duas matrizes. A matriz das alternativas, que contém os valores de prioridade de cada alternativa em relação a cada critério, e a matriz dos pesos de cada critério. Multiplicando as matrizes, a alternativa com o maior valor corresponde à solução mais indicada para o problema. As matrizes que se seguem representam o descrito acima. A matriz  $P$  representa a matriz de prioridades, a matriz  $PC$  representa o peso dos critérios e a matriz  $R$  representa o resultado entre a multiplicação de ambas.

$$P = \begin{matrix} 0,54 & 0,25 & 0,56 \\ 0,16 & 0,50 & 0,12 \\ 0,30 & 0,25 & 0,32 \end{matrix} \quad PC = \begin{matrix} 0,52 \\ 0,14 \\ 0,33 \end{matrix}$$

$$R = \begin{matrix} 0,50 \\ 0,19 \\ 0,30 \end{matrix}$$

Através dos valores obtidos na matriz  $R$ , é possível perceber que a primeira linha apresenta o valor mais elevado, o que significa que desenvolver um *exergame* com características de aplicação de registo de atividade física é a solução mais indicada, uma vez que é a alternativa que obteve o maior valor em função dos critérios usados e as suas importâncias.

# Anexo B - Questionário

## INFORMAÇÃO DO JOGADOR

Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_

Sexo: M / F

## JOGO

Responda a estas questões, com uma cruz (X) na resposta que acha mais apropriada. Sendo que 1 corresponde a “discordo completamente” e 5 corresponde a “concordo completamente”.

### TÉCNICA

1) Considera a instalação deste jogo simples?

1      2      3      4      5

2) O consumo de bateria da aplicação é adequado?

1      2      3      4      5

3) O consumo de dados móveis da aplicação é adequado?

1      2      3      4      5

### USABILIDADE

1) Considera simples iniciar a aplicação?

1      2      3      4      5

2) Considera simples terminar a aplicação?

1      2      3      4      5

3) A interface da aplicação contribuiu para a sua motivação?

1      2      3      4      5

4) As instruções de jogo são claras, precisas e concisas?

1      2      3      4      5

5) A interação com a aplicação é intuitiva?

1      2      3      4      5

6) Era capaz de utilizar a aplicação sem instruções?

1      2      3      4      5

7) A navegação entre ecrãs é simples e consistente?

1      2      3      4      5

8) A velocidade de comunicação com a aplicação é adequada?

1      2      3      4      5

## **JOGABILIDADE**

1) Os gráficos e imagens melhoram a jogabilidade?

1      2      3      4      5

2) Considera o jogo divertido?

1      2      3      4      5

3) Considera o ritmo do jogo satisfatório?

1      2      3      4      5

4) Considera o jogo desafiante?

1      2      3      4      5

5) Considera que os resultados das suas ações/esforços são justos?

1      2      3      4      5

6) Considera o sistema de duelos justo?

1      2      3      4      5

## OUTRAS QUESTÕES

1) Quantas horas, em média, despendia por semana a praticar a exercício físico, antes de utilizar a aplicação?

---

2) Considera que, desde que utiliza a aplicação, a sua motivação para praticar exercício físico aumentou? Responda “Sim” ou “Não”.

---

3) Independentemente da resposta à pergunta anterior, quantas horas, em média, despendeu por semana a praticar exercício físico, após iniciar a utilização da aplicação?

---

4) Como acha que este jogo podia melhorar? Escreva a sua opinião, sugestões e/ou descrição de bugs.

---

---

---

---

---

---

---

---

---