

GEOLOCALIZAÇÃO EM ATIVIDADES FÍSICAS: APLICAÇÃO E EXPECTATIVAS

Nelson de Frias Amaral

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

Orientador: Doutor Filipe Pacheco Paulo

Júri:

Presidente:

Doutora Maria de Fátima Coutinho Rodrigues, DEI/ISEP

Vogais:

Doutor Luís Miguel Moreira Lino Ferreira, DEI/ISEP

Doutor Filipe Pacheco Paulo, DEI/ISEP

Porto, Outubro 2014

*Ao meu avô que já não se encontra entre nós, mas que muito me ensinou.
Muito agradecido...*

Resumo

A tecnologia, recurso que se encontra em constante evolução, está aliada a tudo o que rodeia a sociedade. Desde os objetos mais próximos, como é o caso dos dispositivos móveis, presença constante do dia-a-dia, onde se enquadram os telemóveis, smartphones, tablets, entre muitos outros, e que permitem o contato com o resto do mundo das mais variadas maneiras. Indo até aos satélites GPS e todos os segmentos associados, destacando-se o segmento do utilizador, onde estão enquadrados os recetores GPS ajudam o utilizador a orientar-se pelo mundo de uma forma mais simples.

A prática recreativa de atividades físicas é mais uma área onde a tecnologia se destaca, estando esta associada ao GPS, aos dispositivos, às aplicações, combinando estes variados elementos num objetivo.

Com a evolução dos dispositivos móveis e consequentemente das aplicações existentes para estes, assim como, com o aumento de pessoas a praticar, de forma recreativa, cada vez mais atividades físicas (como exemplo: correr, andar de bicicleta, fazer uma caminhada), pretende-se com o presente trabalho estudar a utilização e as expectativas das pessoas que recorrem ao uso de dispositivos/aplicações no decorrer dessas atividades.

Palavras-chave: dispositivos móveis, GPS, atividades físicas, aplicações móveis, smartphones

Abstract

Technology, a notion which is constantly evolving, is associated to everything that surround us. From the objects that are nearer to us, such as mobile devices, that follow us throughout the day and where we can include cell phones, smartphones, tablets, among others, and help us to contact the rest of the world, by countless means. Up to the far away GPS satellites and all the associated segments, being the user's segment the most important since it's where the GPS receivers are grouped, make the task of orienting ourselves in the world much easier.

Recreational physical activities is another area where we can find technology and it is inherently associated to the GPS, the mobile devices, the applications that combine these diverse components into one purpose.

The mobile devices evolution and the consequent bloom of applications for them, together with the increase in people practicing physical exercise more often (such as running, cycling or walking) it our main reason for this document, where we aim to study the use and the people's expectations when using devices/applications during those activities.

Key words: mobile devices, GPS, physical activities, mobile applications, smartphones.

Agradecimentos

Ao meu orientador Professor Doutor Filipe Pacheco Paulo, pelo apoio e orientação prestados, assim como pelo conhecimento transmitido ao longo da realização deste trabalho.

Aos meus pais e irmãos, pela força que sempre me deram para a concretização deste projeto. Obrigado por tudo aquilo que me ensinaram ao longo da vida e por sempre estarem ao meu lado nos bons e maus momentos.

À minha namorada, um agradecimento especial, por toda a força e motivação que sempre me deu e por toda a ajuda prestada. Obrigado também por nunca me teres deixado desistir.

Aos meus amigos, que me apoiaram, obrigado por tudo, vocês sabem bem o que representam para mim.

A todos os colegas de curso com os quais privei, por toda a ajuda e sugestões que me deram ao longo deste percurso, especialmente à Susana Silva e ao André Silva. Um muito obrigado.

Índice

1	Introdução.....	1
1.1	Motivação	2
1.2	Objetivos	2
1.3	Estrutura do Trabalho	3
2	Global Positioning System.....	5
2.1	História	5
2.2	Visão global e funcionamento.....	7
2.3	Segmentos GPS	10
2.3.1	Segmento Espacial	11
2.3.2	Segmento de Controlo.....	13
2.3.3	Segmento do Utilizador	14
2.4	Sistemas de navegação por satélite alternativos ao GPS	14
2.4.1	GLONASS.....	15
2.4.2	GALILEO.....	16
2.4.3	BeiDou e COMPASS	17
2.4.4	IRNSS	18
2.4.5	QZSS.....	18
2.5	Métodos de melhoria do sinal GPS	19
2.5.1	Differential GPS (DGPS)	19
2.5.2	Wide Area Augmentation System (WAAS)	20
2.5.3	Local Area Augmentation System (LAAS)	20
2.5.4	Carrier-Phase Enhancement (CPGPS)	20
2.5.5	Wide Area GPS Enhancement (WAGE)	20
2.5.6	Relative Kinematic Positioning (RKP)	21
2.5.7	Assisted GPS (A-GPS)	21
2.5.8	Outros métodos.....	21
2.6	Aplicações do GPS	22
3	Geolocalização além do GPS.....	23
3.1	O que é a Geolocalização?.....	23
3.2	Tecnologias de Geolocalização	24
3.2.1	GPS	24
3.2.2	WPS.....	24
3.2.3	Cell ID	25
3.2.4	Triangulação GSM	27
3.2.5	Endereço IP	28
3.3	Geolocalização em Smartphones	28
3.3.1	Sistema Operativo Android	29
3.3.2	Sistema Operativo iOS.....	30
3.3.3	Sistema Operativo Windows Phone	31

3.3.4	Conclusões APIs.....	33
4	Tecnologias para monitorização de atividades físicas.....	35
4.1	Dispositivos Móveis.....	35
4.1.1	Smartphones	37
4.1.2	Smartwatches.....	38
4.1.3	Fitness Trackers	40
4.1.4	Dispositivos GPS	41
4.2	Aplicações Móveis.....	43
4.2.1	Aplicações utilizadas em atividades físicas	44
4.3	Sensores utilizados em atividades físicas	48
4.3.1	Sensores de frequência cardíaca	48
4.3.2	Sensores de velocidade/cadência	49
4.4	Tecnologias dos sensores utilizados em atividades físicas.....	51
4.4.1	Bluetooth Low Energy (Bluetooth Smart).....	51
4.4.2	ANT	52
4.4.3	Comparação das tecnologias	52
4.5	Conclusão	53
5	Estudo das expectativas dos utilizadores	55
5.1	Análise de Resultados	56
5.2	Comparação dos resultados obtidos a nível de funcionalidades com as aplicações móveis existentes.....	100
5.3	Principais funcionalidades a implementar numa aplicação móvel	104
6	Conclusões.....	109
6.1	Apreciação global do trabalho desenvolvido	109
6.2	Trabalho futuro a desenvolver.....	110
	Referências	113
	Anexos	121
	Anexo A - Continuously track the phone's location for Windows Phone 8.....	121
	Anexo B - Questionário de avaliação de aplicações para atividades físicas utilizadas em dispositivos móveis	125

Lista de Figuras

Figura 1 - Constelação de satélites GPS	6
Figura 2 - Estado dos satélites GPS que se encontram em órbita.....	8
Figura 3 - Funcionamento das medições GPS.....	9
Figura 4 - Segmentos GPS	11
Figura 5 - Segmento de Controlo GPS - Localizações.....	13
Figura 6 - Segmento de Utilizador GPS - Civil e Militar	14
Figura 7 - Técnicas para melhoria de precisão em antenas com <i>Cell ID</i>	26
Figura 8 - Triangulação GSM	27
Figura 9 - Exemplo de dispositivos móveis	36
Figura 10 - Smartphones com diferentes sistemas operativos (Android, iOS, Windows Phone, BlackBerry).....	37
Figura 11 - Exemplo de Smartwatches.....	39
Figura 12 - Exemplo de Fitness Trackers.....	41
Figura 13 - Exemplo de dispositivos GPS	42
Figura 14 - Exemplo de Sport Watches.....	43
Figura 15 - Exemplo de ecrãs da aplicação Runtastic (versão Android).....	46
Figura 16 - Exemplo de ecrãs da aplicação Nike + Running (versão iPhone).....	47
Figura 17 - Exemplo de ecrãs da aplicação Runkeeper (versão Android)	48
Figura 18 - Sensores de frequência cardíaca	49
Figura 19 - Aplicação se sensores de cadência/velocidade	50
Figura 20 - Sensor de velocidade acoplado ao cubo da bicicleta.....	50
Figura 21 - Análise do sexo da população alvo	56
Figura 22 - Análise do sexo da população alvo tendo em conta quem utiliza apenas smartphones.....	57
Figura 23 - Penetração de smartphones em Portugal	57
Figura 24 - Faixa etária da população alvo.....	58
Figura 25 - Penetração de smartphones por faixa etária em Portugal (2013).....	58
Figura 26 - Faixa etária da população alvo que utiliza smartphone	59
Figura 27 - Dispositivo utilizado por faixa etária.....	59
Figura 28 - Dispositivos smartphone por marca	60
Figura 29 - Dispositivos GPS por marca	60
Figura 30 - Tipo de atividade mais avaliada/controlada pelo dispositivo/aplicação usada pela população alvo.....	61
Figura 31 - Número de atividades escolhidas por cada utilizador	61
Figura 32 - Regularidade da prática de atividade física com recurso ao dispositivo/aplicação usual.....	62
Figura 33 - Percentagem de aplicações conhecidas pela população alvo	62
Figura 34 - Aplicações mais conhecidas pela população alvo.....	63
Figura 35 - Aplicações mais utilizadas pela população alvo.....	63
Figura 36 - Forma como a população alvo teve conhecimento da aplicação que utiliza.....	64

Figura 37 - Tempo que a população alvo utiliza as aplicações/dispositivos com que avaliam/controlam as atividades físicas	65
Figura 38 - Aplicações mais utilizadas pela população alvo há mais de 6 meses.....	65
Figura 39 - Utilização de outra aplicação anteriormente.....	66
Figura 40 - Funcionalidades extra aplicação que se encontrem ativas.....	66
Figura 41 - Consumo médio da bateria do dispositivo em 1 hora de atividade física.....	67
Figura 42 - Funcionalidades extra ativas consoante o consumo médio de bateria do dispositivo	67
Figura 43 - Consumo médio de bateria conforme o tipo de dispositivo.....	68
Figura 44 - Tipo de utilização de dados nos dispositivos	69
Figura 45 - Consumo de bateria tendo em atenção a utilização de dados nos dispositivos.....	69
Figura 46 - Respostas obtidas relativamente às funcionalidades da questão 13.....	70
Figura 47 - Facilidade de interação com aplicação - processo de registo	71
Figura 48 - Facilidade de interação com aplicação - processo de autenticação	72
Figura 49 - Facilidade de interação com aplicação - ajudas de interação com a aplicação	72
Figura 50 - Facilidade de interação com aplicação - nº de idiomas disponíveis	73
Figura 51 - Facilidade de interação com aplicação - configuração de unidades de medida (imperial/métrico).....	74
Figura 52 - Facilidade de interação com aplicação - personalização dos menus	74
Figura 53 - Facilidade de interação com aplicação - aspeto gráfico.....	75
Figura 54 - Facilidade de interação com aplicação - duração da bateria	76
Figura 55 - Funcionalidades que os utilizadores gostariam de ver implementadas na sua aplicação (questão 13.1)	76
Figura 56 - Respostas obtidas relativamente às funcionalidades da questão 14.....	77
Figura 57 - Funcionamento da aplicação (funcionalidades internas) - criação de planos de treino personalizados.....	78
Figura 58 - Funcionamento da aplicação (funcionalidades internas) - recurso a planos de treino existentes.....	79
Figura 59 - Funcionamento da aplicação (funcionalidades internas) - diversidade de atividades disponíveis	79
Figura 60 - Funcionamento da aplicação (funcionalidades internas) - visualização do percurso no mapa	80
Figura 61 - Funcionamento da aplicação (funcionalidades internas) - associação de fotografia ao treino.....	81
Figura 62 - Funcionamento da aplicação (funcionalidades internas) - feedback áudio durante a atividade	81
Figura 63 - Funcionamento da aplicação (funcionalidades internas) - conexão de monitor de frequência cardíaca.....	82
Figura 64 - Funcionamento da aplicação (funcionalidades internas) - leitor de música integrada	83
Figura 65 - Funcionalidades que os utilizadores gostariam de ver implementadas na sua aplicação (questão 14.1)	84

Figura 66 - Aplicações usadas por utilizadores que responderam pretender ter conexão de monitor por frequência cardíaca	84
Figura 67 - Respostas obtidas relativamente às funcionalidades da questão 15	85
Figura 68 - Funcionamento da aplicação (interação recursos online) - sincronização de dados (aplicação - web).....	86
Figura 69 - Funcionamento da aplicação (interação recursos online) - partilha de informação nas redes sociais	86
Figura 70 - Funcionamento da aplicação (interação recursos online) - conexão com outros utilizadores	87
Figura 71 - Funcionamento da aplicação (interação recursos online) - recurso a percursos/rotas criadas por outros utilizadores.....	88
Figura 72 - Funcionamento da aplicação (interação recursos online) - recurso a atividades "live"	89
Figura 73 - Funcionamento da aplicação (interação recursos online) - recurso a desafios online	90
Figura 74 - Funcionamento da aplicação (interação recursos online) - feedback de outros utilizadores	90
Figura 75 - Funcionalidades que os utilizadores gostariam de ver implementadas na sua aplicação (questão 15.1).....	91
Figura 76 - Aplicações usadas por utilizadores que responderam à questão 15.1	91
Figura 77 - Respostas obtidas relativamente às funcionalidades da questão 16	92
Figura 78 - Funcionamento da aplicação (arquivo histórico e estatístico de resultados) - estatísticas de velocidade	93
Figura 79 - Funcionamento da aplicação (arquivo histórico e estatístico de resultados) - estatísticas de tempo.....	93
Figura 80 - Funcionamento da aplicação (arquivo histórico e estatístico de resultados) - estatísticas de distância	94
Figura 81 - Funcionamento da aplicação (arquivo histórico e estatístico de resultados) - estatísticas de altitude.....	94
Figura 82 - Funcionamento da aplicação (arquivo histórico e estatístico de resultados) - estatísticas de calorias.....	95
Figura 83 - Funcionamento da aplicação (arquivo histórico e estatístico de resultados) - interligação das várias estatísticas.....	96
Figura 84 - Funcionamento da aplicação (arquivo histórico e estatístico de resultados) - histórico de atividades.....	97
Figura 85 - Funcionalidades que os utilizadores gostariam de ver implementadas na sua aplicação (questão 16.1).....	97
Figura 86 - Aplicações usadas por utilizadores que responderam à questão 16.1	98
Figura 87 - Principais critérios ao mudar de dispositivo	99

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Sumário das características das várias gerações de satélites.....	7
Tabela 2 - Confiabilidade do Sinal sob condições questionáveis	10
Tabela 3 - Características dos Satélites GPS.....	11
Tabela 4 - Principais vantagens e desvantagens da tecnologia de posicionamento GPS ao ser usado em aplicações de localização móveis	24
Tabela 5 - Principais vantagens e desvantagens da tecnologia de posicionamento WPS ao ser usado em aplicações de localização móveis	25
Tabela 6 - Código MCC e MNC das principais operadoras portuguesas	26
Tabela 7 - Principais vantagens e desvantagens da tecnologia de posicionamento <i>Cell ID</i> ao ser usado em aplicações de localização móveis	26
Tabela 8 - Principais vantagens e desvantagens da tecnologia de posicionamento de Triangulação GSM ao ser usado em aplicações de localização móveis	27
Tabela 9 - Principais vantagens e desvantagens da tecnologia de posicionamento de Endereço IP ao ser usado em aplicações de localização móveis	28
Tabela 10 - Aplicações mais relevantes utilizadas em atividades físicas	44
Tabela 11 - Comparação de características das tecnologias BLE e ANT	53
Tabela 12 - Funcionalidades de interação com a aplicação existentes nas aplicações apresentadas	101
Tabela 13 - Funcionalidades internas da aplicação existentes nas aplicações apresentadas.	102
Tabela 14 - Funcionalidades que permitem interação com recursos online existentes nas aplicações apresentadas.....	103
Tabela 15 - Funcionalidades relacionadas com arquivo histórico e estatístico de resultados existentes nas aplicações apresentadas	103

Lista de Códigos

Código 1 - Exemplo para receber updates da localização no Android (Java)	29
Código 2 - Exemplo do uso do serviço Standard Location no iOS (Objective-C).....	30
Código 3 - Exemplo do uso do serviço de Significant-Change Location no iOS (Objective-C)....	31
Código 4 - Exemplo de método usado para receber eventos de localização no iOS (Objective-C)	31
Código 5 - Exemplo do uso do one-shot location numa aplicação para o Windows Phone (C++)	33

Acrónimos e Símbolos

Lista de Acrónimos

A-GPS	<i>Assisted Global Positioning System</i>
AES	<i>Advanced Encryption Standard</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
ATM	<i>Automatic Teller Machine</i>
BLE	<i>Bluetooth Low Energy</i>
BTS	<i>Base Transceiver Station</i>
C/A	<i>Coarse Acquisition</i>
BeiDou / COMPASS	<i>Chinese Global Navigation Satellite System</i>
CPGPS	<i>Carrier-Phase Enhancement</i>
CRC	<i>Cyclic Redundancy Check</i>
CS	<i>Commercial Service</i>
DGPS	<i>Differential GPS</i>
EGNOS	<i>European Geostationary Navigation Overlay Service</i>
EUA	<i>Estados Unidos da América</i>
FHSS	<i>Frequency Hopping Spread Spectrum</i>
FM	<i>Frequência Modulada</i>
GALILEO	<i>European Satellite Navigation System</i>
GEO	<i>Geostationary Earth Orbit</i>
GFSK	<i>Gaussian Frequency Shift Keying</i>
GLONASS	<i>Global Navigation Satellite System</i>
GPS	<i>Global Positioning System</i>
GSM	<i>Global System for Mobile Communications</i>
GSO	<i>Geosynchronous Orbit</i>

HEO	<i>Highly Elliptical Orbits</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
IRNSS	<i>Indian Regional Navigation Satellite System</i>
ISP	<i>Internet Service Provider</i>
ITU	<i>International Telecommunication Union</i>
LAAS	<i>Local Area Augmentation System</i>
LAC	<i>Location Area Codes</i>
LBS	<i>Location Based Services</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
M-Code	<i>Military Code</i>
MAC	<i>Media Access Control</i>
MEMS	<i>Micro-Electro-Mechanical Systems</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
MMC	<i>Mobile Country Code</i>
MNC	<i>Mobile Network Code</i>
MP3	<i>MPEG-1/MPEG-2 Audio Layer III</i>
NAVSTAR	<i>Navigation Satellite with Time and Ranging</i>
P-Code	<i>Precision Code</i>
P2P	<i>Peer-to-Peer</i>
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i>
PPS	<i>Precise Positioning Service</i>
PRN	<i>Pseudorandom Noise</i>
PRS	<i>Public Regulated Service</i>
OS	<i>Open Service</i>
QZSS	<i>Quasi-Zenith Satellite System</i>
RDSS	<i>Radio Determination Satellite System</i>

RKP	<i>Relative Kinematic Positioning</i>
RTK	<i>Real Time Kinematic</i>
RTT	<i>Round-trip Time</i>
SA	<i>Selective Availability</i>
SAR	<i>Search and Rescue Service</i>
SD	<i>Secure Digital</i>
SO	<i>Sistema Operativo</i>
SOL	<i>Safety-of-Life</i>
SPS	<i>Standard Positioning Service</i>
TA	<i>Timing Advance</i>
TDM	<i>Time Division Multiplexing</i>
TOA	<i>Time of Arrival</i>
TFF	<i>Time to First Fix</i>
WAAS	<i>Wide Area Augmentation System</i>
WAGE	<i>Wide Area GPS Enhancement</i>
WCDMA	<i>Wideband Code Division Multiple Access</i>
WPS	<i>Wi-Fi-based Positioning System</i>

Lista de Símbolos

μs	microsegundos
cm	centímetro
Hz	hertz
GHz	gigahertz
Mbits/s	megabits por segundo
MHz	megahertz
ms	milisegundos
mW	miliwatt

1 Introdução

A evolução tecnológica encontra-se cada vez mais presente no dia-a-dia das pessoas, estando também cada vez mais aliada à prática de atividades físicas e recreativas. Começando pelos tipos de roupa, calçado e materiais usados pelos praticantes das mais variadas modalidades, o estudo da biomecânica na prevenção e terapia de lesões desportivas, as câmaras de vídeo cada vez mais utilizadas em desportos radicais, o *photo finish* de uma corrida de atletismo ou mesmo de uma competição de Fórmula 1. Passando pela utilização de dispositivos móveis, de diferentes fabricantes, sistemas operativos e características, com as mais variadíssimas aplicações que muitas vezes recorrem ao uso do GPS (*Global Positioning System*) e outras funcionalidades existentes, acabando por ser usados na prática de atividades como a corrida, ciclismo, caminhadas ou até mesmo outras atividades lúdicas.

Este é o ponto principal do trabalho, a interligação entre a tecnologia e as atividades físicas.

Apesar de existirem diversas atividades onde a tecnologia se encontra presente, como é o caso do Rugby através de *trackers* GPS [UK Eurosport, 2013], ou o Golf através de *sport watches* dedicados para o efeito [Garmin, 2014a], ou muitas outras atividades/desportos [CrunchWear, 2014], este trabalho vai incidir especificamente na utilização de aplicações/dispositivos móveis que recorrem à geolocalização e o seu uso no decorrer de atividades físicas mais recreativas dirigidas ao público em geral, como a corrida, o andar de bicicleta, fazer caminhadas, entre outras similares. Uso esse que advém do facto de, cada vez mais, existirem pessoas de todas as faixas etárias (principalmente pessoas com possibilidades de adquirir este tipo de dispositivos/aplicações) a deixarem o conforto do lar e saírem à rua para praticarem este género de atividades e ao mesmo tempo quererem controlá-las, quer por motivos de saúde, de treino ou simplesmente para ficarem com um registo ou guardarem um percurso. A prática de atividades físicas e o uso destas tecnologias para esse efeito é algo muito importante para essas pessoas [Carneiro, I., 2014] [RTP, 2014].

De realçar que é uma área que se encontra cada vez mais emergente e onde cada vez mais se vêm novas capacidades gráficas, multimédias e tecnológicas, a evoluírem a par dos avanços mais recentes nas áreas respetivas.

Ao longo deste capítulo é apresentado este trabalho, iniciando pela motivação para o desenvolvimento do mesmo, incluindo os objetivos da sua realização e finalmente pela apresentação da sua estrutura.

1.1 Motivação

O facto de nos últimos anos me encontrar ligado de alguma forma ao desporto e à atividade física e de ter tido sempre um enorme interesse pela parte tecnológica associada às mais diversas áreas, acompanhando desde sempre essa evolução, foi o motivo impulsionador para a realização deste trabalho.

A interligação entre a tecnologia e as atividades físicas são fatores que cada vez mais se complementam. É possível identificar cada vez um maior número de pessoas a praticarem as mais variadas atividades físicas e recreativas e a utilizarem dispositivos móveis em simultâneo. Desde os simples “leitores de mp3” nos quais podem reproduzir e ouvir as suas músicas preferidas, aos avançados smartphones, que além disso, permitem ainda utilizar um enorme conjunto (e cada vez maior) de aplicações existentes para os vários tipos de atividades físicas.

A geolocalização aliada a este tipo de atividades ainda torna o motivo mais interessante. Esses dispositivos, aliados muitas vezes ao GPS e combinados com aplicações para o efeito, são cada vez mais utilizados para o registo de distâncias, velocidades, altitudes, entre outras situações.

Existem no entanto outras funcionalidades, que podem ser conseguidas através dos diferentes tipos de dispositivos móveis e suas aplicações, e novas tecnologias que surgem a cada passo, como é o caso de quando estes se encontram associados a monitores de frequência cardíaca, permitindo monitorizar o ritmo cardíaco, levando a um melhor desempenho ou apenas um melhor controlo por parte do utilizador.

Nesta fase, poder contribuir com um estudo, onde são avaliadas as aplicações existentes para a prática de atividades físicas, através do uso de dispositivos móveis, de forma a conhecer o que existe e qual a forma de estar dos utilizadores perante isso, assim como as suas pretensões e expectativas, para que posteriormente seja possível implementar uma aplicação com as características consideradas ideais para a maioria dos utilizadores, é para mim um fator bastante motivacional.

1.2 Objetivos

Olhando para o título deste trabalho Geolocalização em Atividades Físicas: Aplicação e Expectativas, e tendo em atenção a evolução dos dispositivos móveis e consequentemente das aplicações existentes para estes, pretende-se realizar um estudo com o objetivo de perceber o modo de funcionamento das aplicações, as capacidades existentes, as expectativas dos utilizadores, entre outros aspetos pertinentes, que permitam, numa fase posterior, identificar o conjunto das funcionalidades pretendidas pela maioria dos utilizadores, bem

como a real possibilidade de implementação das mesmas, no caso do desenvolvimento de uma nova aplicação móvel nesta área.

Inicialmente, a análise será feita através de uma abordagem teórica, e posteriormente através do estudo de expectativas dos utilizadores questionados. É feita também uma comparação entre os resultados obtidos e a abordagem teórica, tentando encontrar através deste trabalho o protótipo ideal de aplicação a utilizar em atividades físicas.

1.3 Estrutura do Trabalho

Este trabalho encontra-se organizado em seis capítulos.

Neste primeiro capítulo é feita uma introdução ao tema geral do trabalho, tendo sido ainda referida a motivação para a realização do mesmo, os seus objetivos, assim como a sua estrutura.

O segundo capítulo encontra-se relacionado com o GPS, sendo apresentada inicialmente a sua história, de como surgiu até aos dias de hoje, passando por uma visão global e funcionamento do mesmo. São ainda abordados os seus segmentos, assim como os sistemas de navegação por satélite alternativos a este. Numa fase final apresentam-se os métodos de melhoria do sinal GPS e aplicações para o mesmo.

No terceiro capítulo é feita uma abordagem à geolocalização além do GPS, começando por descrever o que é a geolocalização e apresentando as várias tecnologias da mesma. É feita ainda referência à geolocalização em smartphones, através da apresentação de exemplos da implementação dos mesmos, dependendo do sistema operativo.

O quarto capítulo é referente às tecnologias para monitorização de atividades físicas. Numa fase inicial são apresentados os dispositivos móveis assim como as aplicações, dando mais realce a dispositivos e aplicações que se encontram relacionados com atividades físicas. Sendo apresentados posteriormente os sensores utilizados em conjunto com esses dispositivos e aplicações e, numa fase final, as tecnologias utilizadas neles.

No quinto capítulo é apresentado o estudo de expectativas aos utilizadores, onde é apresentado o inquérito realizado aos utilizadores, juntamente com a análise de resultados, assim como uma comparação dos resultados obtidos a nível de funcionalidades com as aplicações existentes e, numa fase final, são discutidas as principais funcionalidades a implementar numa aplicação móvel.

No sexto e último capítulo deste trabalho é feita uma apreciação global do trabalho desenvolvido, apresentando as conclusões finais, limitações encontradas e considerações para trabalhos futuros.

2 Global Positioning System

2.1 História

Depois do lançamento do satélite soviético *Sputnik* em 1957, os cientistas do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) aperceberam-se que as frequências rádio, que chegavam à terra transmitidas pelo *Sputnik*, variavam, aumentando quando este se encontrava mais próximo desta e diminuindo ao afastar-se [Snively, 2011]. Isto era causado pelo efeito de *Doppler* [Benson, 2008], o que permitia determinar a órbita exata do satélite. O facto de, através das frequências rádio, se conseguir determinar uma localização acabaria por ser o ponto de partida para o lançamento do GPS.

Foi então na década de sessenta, aquando da Guerra Fria, que os Estados Unidos começaram a desenhar o GPS. O uso primário deste seria para aplicações militares e de inteligência [Pace, et al., 1995].

Em 1960, a Marinha dos Estados Unidos, lançou um sistema de satélites chamado o *Transit* [Grayzeck, 2013a]. Tratava-se de um conjunto de 5 satélites que orbitavam sobre a terra e que permitiam aos navios e submarinos guardarem as suas posições. Em 1967 o sistema *Transit* foi sucedido pelo *Timation* [Grayzeck, 2013b], usando relógios altamente estáveis, precisos e sincronizados nos satélites.

Posteriormente a Marinha, a Força Aérea e o Exército americanos apresentaram novos designs e ideias. Foi então desenhado e aprovado um sistema que incorporava elementos conjuntos, designado NAVSTAR (*Navigation Satellite with Time and Ranging*), hoje também conhecido por GPS. O primeiro satélite da NAVSTAR foi lançado em 1974 e mais tarde entre 1978 e 1985 foram lançados mais 11. O objetivo era ser um sistema que tivesse na totalidade 24 satélites, colocados em 6 planos orbitais, tendo sido conseguido em 1993, ficando completamente operacional em 1995 [Sturdevant, 2007].

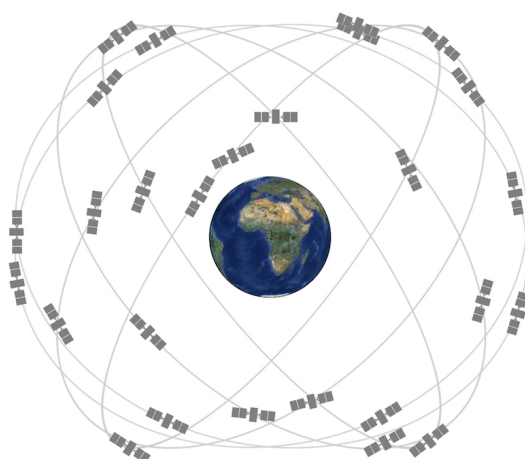


Figura 1 - Constelação de satélites GPS¹

Até 1983 o uso do GPS era apenas militar. Um incentivo para o uso passar também a ser civil foi o trágico acidente com um avião das linhas aéreas coreanas (KAL 007) que saiu do seu curso e foi abatido por um caça soviético. A partir daí, para que não entrassem em zonas restritas de outros países e se soubesse sempre a localização de aviões, navios entre outros, o GPS passou a ser também usado por entidades civis [Pace, et al., 1995].

Apesar do acesso ter sido permitido a entidades civis, ao mesmo foi introduzido uma função chamada *Selective Availability* (SA). Esta função introduzia um erro relacionado com a precisão do sinal recebido pelos recetores GPS, que reduzia a sua performance em aproximadamente 100 metros. Os erros introduzidos pela SA foram minimizados, aplicando fatores de correção baseados em posições onde era conhecida a localização exata e verificando o erro que acontecia. Em Maio de 2000 a SA foi suspensa passando as aplicações GPS civis a ter uma precisão muito similar às militares, com erros na ordem dos 6 metros [Tomkiewicz, S., et al., 2010].

Hoje em dia o GPS é um sistema duplo, usado em milhares de aplicações, podendo fornecer serviços separados para usos civis e militares. Sendo estes chamados respetivamente de *Standard Positioning Service* (SPS) e *Precise Positioning Service* (PPS) [Kaplan, et al., 2006]. Não obstante, apesar de ambos os serviços apresentarem precisões similares, existem diferenças entre eles. As principais diferenças residem no facto do PPS além de transmitir nas mesmas frequências que o SPS, transmite em frequências que não são suportadas pelos GPS civis, o que permite aos utilizadores militares realizar correções ionosféricas (técnica que reduz a degradação do sinal rádio causado pela atmosfera terrestre). Existem além disso sinais como o *M-Code* (*Military Code*), por exemplo, que é um sinal que foi concebido para melhorar ainda mais a anti-interferência e o acesso seguro dos sinais GPS militares.

O programa de modernização do GPS [NCO PNT, 2013] começa a atribuir novas frequências civis aos satélites GPS, permitindo correções ionosféricas para todos os utilizadores. Eventualmente, a diferença de precisão entre os GPS civis e militares será cada vez menor

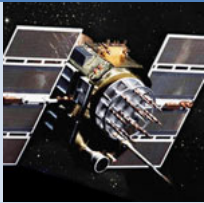
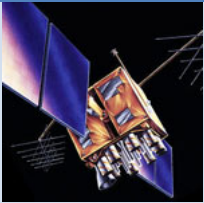
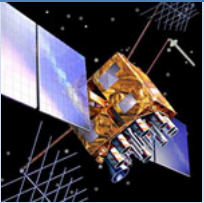
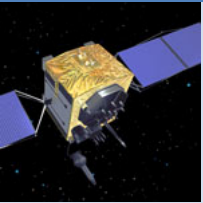

¹ Adaptado de: <http://www.gps.gov/multimedia/images/constellation.jpg>

como tem vindo acontecer depois da SA ter sido desativada, no entanto os GPS militares vão continuar a ter vantagens a nível da segurança e resistência a interferências.

2.2 Visão global e funcionamento

O GPS é um sistema de navegação baseado em satélites, constituído por uma constelação de no mínimo 24 satélites. Os satélites que se encontram em órbita são de várias gerações (Tabela 1). Geralmente são sempre mais que 24, o que permite que possam ser usados para uma melhor cobertura e/ou para substituir satélites que apresentem falhas (Figura 2). No entanto os excedentes não são considerados como fazendo parte da constelação.

Tabela 1 – Sumário das características das várias gerações de satélites²

LEGACY SATELLITES			MODERNIZED SATELLITES	
				
BLOCK IIA 8 operational	BLOCK IIR 12 operational	BLOCK IIR(M) 7 operational	BLOCK IIF 4 operational	BLOCK III Now in production
Coarse Acquisition (C/A) code on L1 frequency for civil users	C/A code on L1 P(Y) code on L1	All legacy signals 2nd civil signal on L2 (L2C)	All Block IIR(M) signals 3rd civil signal on L5 frequency (L5)	All Block IIF signals 4th civil on L1 (L1C)
Precise P(Y) code on L1 & L2 frequencies for militar users	On-board clock monitoring	New militar M code signals for enhanced jam resistance	Advanced atomic clocks	Enhanced signal reliability, accuracy, and integrity
7.5-year design lifespan	7.7-year design lifespan	Flexible power levels for militar signals	Improved accuracy, signal strength, and quality	No selective Availability
Launched in 1990-1997	Launched in 1997-2004	7.5-year design lifespan Launched in 2005-2009	12-year design lifespan Launched since 2010	Satellites 9+: laser reflectors; search & rescue payload (DASS) 15-year design lifespan Begins launching in 2016

² Adaptado de: <http://www.gps.gov/systems/gps/space>

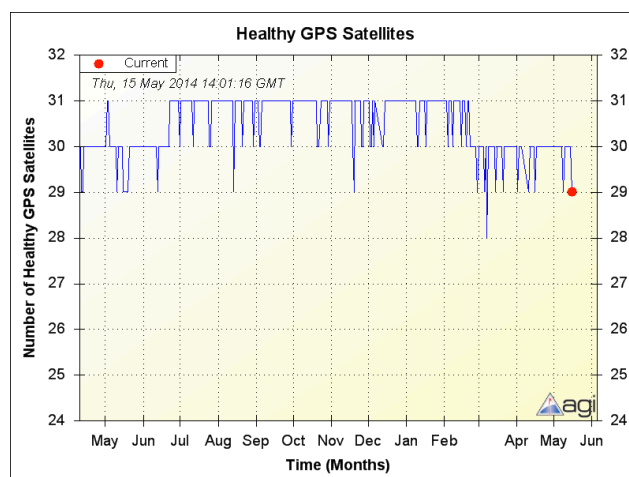


Figura 2 - Estado dos satélites GPS que se encontram em órbita³

Encontram-se dispostos em 6 planos, normalmente referenciados de A a F, contendo, cada um deles, 4 satélites. A inclinação de cada satélite é de 55º relativamente à linha do Equador, a uma altura aproximada de 26.560 km do centro da terra, e tendo um ciclo de 11 horas e 58 minutos numa órbita precisa, circulando duas vezes por dia à volta da Terra. Tendo em atenção as características referidas atrás, é assim possível garantir que em qualquer ponto da superfície da Terra há no mínimo 4 satélites acima da linha do horizonte 24 horas por dia [Kaplan, et al., 2006].

Trata-se de um sistema que funciona apenas num sentido, ou seja, o utilizador com recurso a um recetor GPS age de uma forma passiva, podendo apenas receber sinais do satélite e estando impossibilitado de enviar sinais para este. Este tipo de configuração é necessária por motivos relacionados com segurança e também para que se consiga fornecer o serviço a vários utilizadores ao mesmo tempo.

Os satélites encontram-se constantemente a transmitir em *broadcast*⁴ sinais que contêm mensagens com a informação do tempo em que a mensagem foi transmitida, assim como da posição do satélite na altura da transmissão. Para o cálculo da distância, o recetor GPS compara o tempo em que o sinal foi transmitido e o tempo em que este foi recebido. Sabendo que a velocidade de uma onda rádio é igual à velocidade da luz no vácuo, consegue-se chegar ao valor da distância. Pode criar-se então uma esfera imaginária, em que o seu raio é igual à distância que vai desde determinado satélite (centro da esfera) até à localização do recetor GPS (superfície da esfera). A partir daqui, recorrendo a mais três satélites e agindo da mesma forma, pode determinar-se o ponto onde os quatro se intersectam e calcular assim a longitude, latitude e altura da posição do recetor GPS.

Na teoria, são precisos apenas três satélites para se conseguir fixar uma posição, no entanto, regra geral, são usados no mínimo quatro para compensar a imprecisão no relógio do recetor GPS [Encyclopedia Britannica, 2014a].

³ Adaptado de: <http://adn.agi.com/SatelliteOutageCalendar/SOFCalendar.aspx>

⁴ Broadcast: transmitir ou difundir determinada informação, para vários recetores ao mesmo tempo

Resumidamente o modo de funcionamento das medições GPS é o apresentado na Figura 3.

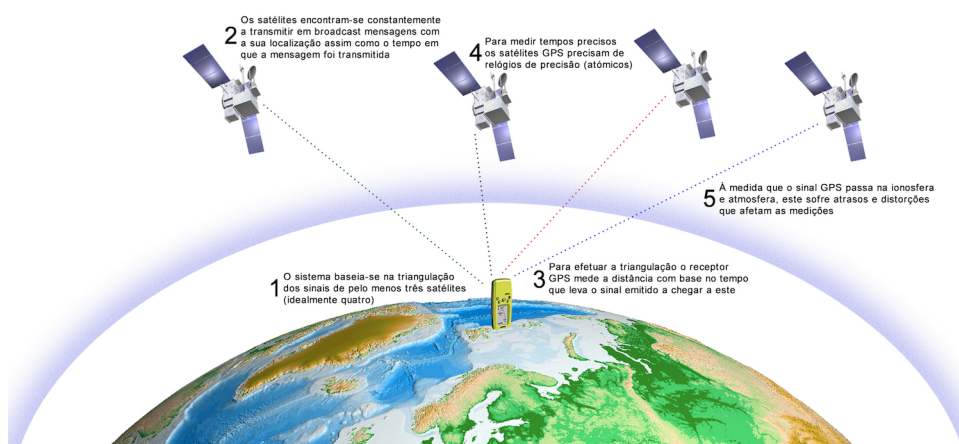


Figura 3 - Funcionamento das medições GPS⁵

Inicialmente, os sinais provenientes dos satélites GPS eram transmitidos através de *broadcast* a partir de duas frequências: L1 e L2 (onde L é de *link*).

A frequência L1 (1575.42 MHz) tem associados dois códigos: o *Coarse Acquisition* (C/A) para o uso civil e o *Precision Code* (P-Code) apenas para uso militar.

Já a frequência L2 (1227.60 MHz) apenas faz *broadcast* do P-Code. O P-Code é encriptado pelos militares para que sejam evitadas situações de *spoofing*, passando então a chamar-se Y-Code.

De forma a permitir melhoramentos ao sistema GPS, foi criado o programa “GPS Modernization” [NCO PNT, 2013]. Este programa inclui a criação de novas estações de monitorização, novos satélites, novos sinais de navegação (civis e militares), assim como o processo para melhorar a precisão e disponibilidade do GPS .

Para os utilizadores finais, o principal impacto reside no facto de virem a ser implementados novos sinais, L2C, L5 e L1C .

O novo sinal L2C (onde C representa acesso civil) está inserido na frequência L2. Para utilizar este novo sinal é necessário que as unidades GPS consigam interpretar o sinal transmitido de pelo menos três satélites visíveis. No momento existem já satélites em funcionamento pertencentes ao Bloco IIR(M) e ao Bloco IIF a transmitir o sinal L2C (ver Tabela 1 para mais referências aos vários Blocos).

O sinal L2C é um sinal considerado mais potente que o L1 devido ao facto do mesmo ser transmitido a uma frequência inferior. Trata-se de um sinal que, pelo facto de ser mais

⁵ Adaptado de:

<http://images.clipshrine.com/download/downloadpnglarge/GPS-Device-5257-large.png>

http://sr.jaxa.jp/report/2012/img/project01_10.jpg

<http://s30.postimg.org/icqgaze3l/Earth.png>

potente, minimiza o erro causado por obstruções e multicaminhos, reduzindo assim a potência necessária para o recetor captar o sinal, aumentando a confiabilidade deste.

Além dos sinais já referidos, um terceiro sinal foi introduzido, encontrando-se presente em satélites em funcionamento pertencentes ao Bloco IIF, assim como num satélite de teste referente ao Bloco IIR(M). Trata-se do L5, que tem associado uma frequência de 1176.45 MHz. Este sinal permite uma melhor precisão, performance e confiabilidade que os sinais L2C, sendo ainda menos suscetível a interferências rádio.

Por fim, o sinal L1C, com uma frequência de 1575.42 MHz, será introduzido nos satélites que fazem parte do Bloco III [GPS.gov, 2014a], a serem lançados para o espaço em 2016. Trata-se de um sinal que irá melhorar ainda mais a recepção GPS nas cidades e ambientes mais desafiadores. Será compatível com o código C/A, superando as deficiências existentes no C/A do L1 [Kaplan, et al., 2006]. Poderá ser vista a confiabilidade dos vários sinais na Tabela 2. Tem ainda a vantagem de vir a ser interoperável com outros sistemas como é o caso do europeu GALILEO (*European Satellite Navigation System*), o russo GLONASS (*Global Satellite Navigation System*), o japonês QZSS (*Quasi-Zenith Satellite System*), o indiano IRNSS (*Indian Regional Navigation Satellite System*) e o chinês BeiDou (*Chinese Global Navigation Satellite System*), ver o ponto 2.4.

Tabela 2 - Confiabilidade do Sinal sob condições questionáveis

Condições de Operação	Confiabilidade do sinal			
	L1	L2C	L5	L1C
Debaixo da copa das árvores	Não	Sim	Sim	Sim
Perto de obstruções	Não	Sim	Sim	Sim
Multicaminhos	Não	Sim	Sim	Sim
Interferências rádio	Não	Não	Sim	Sim

2.3 Segmentos GPS

Conforme foi inicialmente concebido, o sistema GPS apresenta três segmentos (Figura 4):

- segmento espacial;
- segmento de controlo;
- segmento de utilizador.

O segmento espacial é composto pela constelação de satélites GPS.

O segmento de controlo é composto pela estação de controlo principal, uma estação de controlo alternativa, antenas terrestres dedicadas e estações de monitorização.

Quanto ao segmento do utilizador, é composto por milhares de equipamentos usados pelos militares e civis, que recebem e interpretam os sinais provenientes dos satélites.

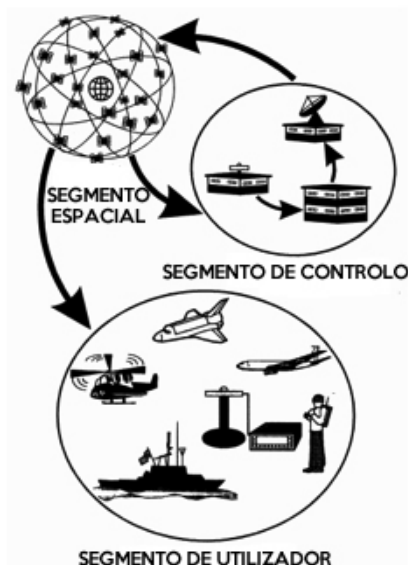


Figura 4 - Segmentos GPS⁶

2.3.1 Segmento Espacial

O segmento espacial tem dois aspetos principais.

Um dos aspetos está relacionado com a constelação de satélites. Conforme foi referido no ponto 2.2, a constelação consiste num grupo principal de 24 satélites disposto em 6 planos orbitais, contendo cada um deles 4 satélites.

O período orbital nominal de um satélite GPS é metade de um dia sideral, ou seja, 11 horas e 58 minutos aproximadamente. As órbitas são praticamente circulares e encontram-se espaçadas de 60° em volta do equador, com uma inclinação de 55° relativamente ao plano deste.

A distância a que estes satélites se encontram do centro da terra é de aproximadamente 26.560 km conforme referido anteriormente.

Com esta disposição dos satélites, é possível aos utilizadores de GPS terem um sistema de navegação 24 horas por dia em qualquer ponto da superfície terrestre.

Tabela 3 - Características dos Satélites GPS

Características	Valores
Número de Satélites	24
Número de Planos Orbitais	6
Número de Satélites por Órbita	4
Inclinação Orbital	55°
Raio Orbital	26560 km
Período Orbital	11 horas 58 minutos 2.05 segundos

⁶ Adaptado de: http://dc281.4shared.com/doc/6O6XuVZb/preview_html_m17311fb0.png

O segundo aspeto encontra-se relacionado com as características dos vários satélites em órbita, que pertencem neste caso a seis classes, estando uma extinta:

- Bloco I;
- Bloco II;
- Bloco IIA;
- Bloco IIR;
- Bloco IIR-M;
- Bloco IIF.

Existe uma outra classe que se encontra em desenvolvimento que é a Bloco III.

Na classe relativa ao Bloco I foram lançados entre 1978 e 1985 um total de 11 satélites protótipos. Esta classe encontra-se atualmente extinta, não existindo nenhum satélite no espaço relativo a ela.

Entre fevereiro de 1989 e outubro de 1990 foram lançados um conjunto de 9 satélites referentes à classe Bloco II. As principais diferenças relativamente ao Bloco I residiam na inclinação orbital que passou de 63º para os atuais 55º, assim como na restrição do sinal ao utilizador civil.

O Bloco IIA (*Advanced*), lançado entre novembro de 1990 e novembro de 1997, continha um total de 19 satélites. Além das características já existentes no Bloco II, esta classe também incorporava outras relacionadas com a capacidade de assegurar comunicação mútua entre satélites, assim como o facto de alguns satélites terem sido equipados com refletores que permitiam serem detetados através das estações laser.

De janeiro de 1997 a novembro de 2004 foram lançados 13 satélites da classe Bloco IIR (*Replacement*). Estes satélites apresentavam algumas inovações. Os osciladores de cézio existentes nos anteriores satélites passaram a ser substituídos pelos de hidrogénio pelo facto de estes terem uma maior precisão. Além disso foram ainda melhoradas a comunicação e predição da órbita a bordo.

Na classe do Bloco IIR-M (*Modernized*), foram lançados 8 satélites entre setembro de 2005 e agosto de 2009, tendo o objetivo de modernizar a classe anterior. Para isso foram introduzidos dois novos sinais militares em L1 e L2 (*M-Code*) e um civil na banda L2 (L2C).

A partir de final de maio de 2010, começaram a ser lançados satélites da classe Bloco IIF (*Follow-on*), ainda em desenvolvimento. Esta classe apresenta um novo sinal de uso civil, o L5, sendo transmitido numa frequência específica para aplicações de segurança da vida humana.

Com o intuito de fornecer precisão sub-métrica, maior precisão de tempo e elevada capacidade de cruzamento de dados entre satélites, está a ser estruturada uma nova classe, Bloco III, com previsão de lançamento a partir de 2016 [Kaplan, et al., 2006] [GPS.gov, 2014b].

2.3.2 Segmento de Controlo

O segmento de controlo é responsável principalmente por:

- monitorizar e controlar continuamente o sistema de satélites, mantendo a configuração da sua órbita e analisando a integridade do sinal;
- determinar o sistema de tempo GPS;
- atualizar as correções dos relógios dos satélites e prever as efemérides (dados que dão a posição astronómica de objetos no espaço num determinado tempo);
- atualizar periodicamente as mensagens de navegação de cada satélite.

O segmento de controlo é constituído por:

- uma estação principal de controlo;
- uma rede mundial de estações de monitorização;
- estações de controlo terrestre.

A estação principal de controlo, sediada no Colorado, EUA (Estados Unidos da América), é responsável por recolher os dados de deteção provenientes das estações de monitorização, calcular os parâmetros orbitais assim como os parâmetros dos relógios. Posteriormente reenvia-os para uma das três estações de controlo terrestre, para que assim, seja possível comunicar com os satélites.

Além do que foi descrito, a estação principal de controlo é ainda responsável pelo controlo dos satélites e do sistema de operação.

Relativamente às estações de monitorização, são cinco e encontram-se no Hawaii, Kwajalein, Diego Garcia, Ascension Island e Colorado, ver Figura 5.



Figura 5 - Segmento de Controlo GPS - Localizações⁷

Usando dados ionosféricos e meteorológicos recolhidos e posteriormente enviados à estação principal de controlo, estas estações determinam continuamente as distâncias relativamente

⁷ Adaptado de: <http://www.gps.gov/systems/gps/control>

a todos os satélites visíveis. A rede destas estações é usada para a determinação das efemérides transmitidas.

Quanto às estações de controlo terrestre, são três e encontram-se junto das estações de monitorização em Kwajalein, Ascension Island e Diego Garcia, ver Figura 5. O principal objetivo destas estações é funcionarem como meio de comunicação com os satélites, transmitindo as correções de tempo e efemérides previamente calculadas na estação principal [Kaplan, et al., 2006].

2.3.3 Segmento do Utilizador

Este segmento é constituído pelo equipamento do utilizador, o recetor GPS.

O recetor GPS deve ser apropriado ao fim a que este se destina, processando os sinais transmitidos pelos satélites de forma a determinar as coordenadas (distância, tempo, deslocamento e velocidade), através do processamento em tempo real ou pós processamento.

O segmento de utilizador pode ser dividido em uso militar e civil.

Os militares usam os recetores GPS para saberem/conhecerem as suas posições de deslocamentos quando se encontram em combate ou apenas em treino. Podem ainda ser usados noutras atividades militares, como é o caso de navegação de mísseis.

Relativamente aos recetores GPS existentes no mercado civil, há hoje uma grande variedade de equipamentos, de diferentes fabricantes, usados nas mais diversas aplicações [Kaplan, et al., 2006].



Figura 6 - Segmento de Utilizador GPS - Civil e Militar⁸

2.4 Sistemas de navegação por satélite alternativos ao GPS

Além do sistema GPS já referido anteriormente, existem outros sistemas de navegação por satélite alternativos.

⁸ Adaptado de: <https://www.funbid.com.au/editor/assets/Tom%20Tom%20Windscreen.jpg> e de <http://a395.idata.over-blog.com/4/22/09/08/USA/US-Army/DAGR/minidagr-source-armytimes.com.JPG>

Os sistemas de navegação por satélite podem ser separados por: sistemas globais que já se encontram operacionais, onde estão incluídos os GPS e o GLONASS (ver ponto 2.4.1), sistemas globais que ainda estão em desenvolvimento, como é o caso do GALILEO (ver ponto 2.4.2) e COMPASS (ver ponto 2.4.3), e ainda os sistemas de navegação por satélite regionais, como é o caso do BeiDou (ver ponto 2.4.3), IRNSS (ver ponto 2.4.4) e QZSS (ver ponto 2.4.5).

De seguida serão explicados/apresentados, com maior pormenor, cada um destes sistemas de navegação por satélite.

2.4.1 GLONASS

Conforme os EUA fizeram na década de 1960, início de 1970, a Rússia começou a implementar um sistema de posicionamento e navegação através de satélites, ao qual deu o nome GLONASS. O desígnio inicial estava relacionado com uma vertente militar, tendo sido posteriormente adaptado para o uso civil.

Em 1982 foi lançado o primeiro satélite pertencente à constelação GLONASS, tendo esta sido considerada operacional no início de 1996. Devido à crise, entre 1996 e 2001 houve uma diminuição dos investimentos a nível da manutenção do sistema, havendo uma redução do número de satélites operacionais [Alkan, et al., 2005].

Depois da recuperação económica, a modernização do sistema GLONASS foi uma prioridade e, em 2003, foi lançada uma nova geração de satélites designada GLONASS-M. Esta nova geração apresentava melhorias, tais como a redução do peso, aumento da vida operacional para sete anos, a adição de uma nova frequência L2, assim como uma maior estabilidade e melhoria dos sinais. Em 2011 foi lançado o primeiro satélite da geração seguinte GLONASS-K [Urlichich, et al., 2011], que trazia melhorias a nível do tempo de vida útil, que passou para 10 a 12 anos, transmissões de cinco sinais, em vez dos dois existentes, e adição de sinais compatíveis com os sinais do sistema de navegação GPS. Com o início desta geração pretende-se atualizar completamente o sistema até 2021.

É uma constelação composta por 24 satélites, três dos quais de reserva. Encontram-se dispostos em três planos orbitais espaçados entre si de 120° , cada um deles contendo 8 satélites igualmente espaçados (um dos quais é de reserva). Estando a uma altitude aproximada de 25.470 km do centro da terra e uma inclinação de $64,8^\circ$ em relação à linha do equador. O seu período orbital é de aproximadamente 11 horas, 15 minutos e 40 segundos.

O segmento espacial está completamente operacional desde finais de dezembro de 2011, conseguindo-se ver sempre entre 6 a 11 satélites em qualquer lugar da Terra.

O segmento de controlo do sistema GLONASS acaba por ser similar ao do sistema de navegação GPS. Em território Russo, é composto por um sistema de controlo central, uma central de sincronização, responsável pelo tempo do GLONASS, e as estações de comando e rastreio.

Relativamente ao segmento de utilizador, também este é similar ao do GPS, composto por recetores GLONASS que calculam a sua posição, tempo e velocidade através do rastreio de satélites GLONASS [Ublox, 2009].

2.4.2 GALILEO

O sistema GALILEO surgiu em 1998 por parte da União Europeia que decidiu criar um sistema de navegação por satélite para uso civil, independente do GPS, assim como de outros sistemas similares, no entanto interoperável com alguns destes.

Quando o sistema se encontrar completo terá um total de 30 satélites, dispostos em 3 planos (10 por plano, dos quais 9 operacionais e 1 de reserva, capaz de substituir qualquer um dos restantes 9 em caso de falha). Estes planos estão a 29.987 km do centro da terra, tendo uma inclinação de 56º relativamente à linha do equador. O tempo de órbita dos satélites é de aproximadamente 14 horas e 5 minutos.

Em 2005 e 2008 foram lançados dois satélites experimentais, o GIOVE-A e o GIOVE-B respetivamente, que serviram apenas para testes iniciais do sistema GALILEO [Ublox, 2009].

Posteriormente em 2011 foram lançados dois satélites e mais tarde em 2012 outros dois [European Commission, 2014]. Estes quatro satélites serviram para validar o conceito do sistema GALILEO nos três segmentos: espacial, controlo e utilizador.

O sistema de navegação GALILEO, quando completamente implementado, planeia fornecer cinco serviços:

- *Open Service* (OS), um serviço aberto, livre de custos;
- *Commercial Service* (CS), um serviço comercial, que combina dados de valor acrescentado, com um serviço de posicionamento de alta precisão;
- *Safety-of-Life* (SOL), salvaguarda da vida humana em casos considerados críticos;
- *Public Regulated Service* (PRS), para utilizadores superiormente autorizados, que requerem um maior nível de precisão;
- *Search and Rescue Service* (SAR), que dá suporte a situações de busca e salvamento. O modo de funcionamento deste sistema baseia-se no sistema Cospas-Sarsat⁹, onde os satélites são equipados com um *transponder*, que tem a capacidade de transferir os sinais de socorro dos transmissores dos utilizadores para os centros de coordenação e salvamento regionais, para que possa ser dado início à operação de resgate. Ao mesmo tempo é enviado um sinal para o utilizadores a informar que a sua situação foi detetada é que está a ser enviada ajuda, sendo esta característica uma atualização mais recente.

⁹ Ver: <https://www.cospas-sarsat.int/en>

2.4.3 BeiDou e COMPASS

O sistema de navegação por satélite Chinês, conhecido por BeiDou, foi concebido para uso civil e militar e pretende fornecer posicionamento e gestão de frotas, isto com precisão de tempo.

Este sistema encontra-se dividido em duas constelações diferentes, BeiDou-1 que é um sistema limitado de testes e BeiDou-2, mais conhecido por COMPASS, que é um sistema ainda em construção, que no entanto pretende ser um sistema global de posicionamento completo.

O BeiDou-1 é um sistema que se encontra numa fase semi-operacional, tendo apenas três satélites em órbita, localizados sobre a China. Trata-se de um sistema com algumas diferenças relativamente aos anteriormente referidos (GPS, GLONASS e GALILEO) que usam medições TOA (*Time of Arrival*) apenas num sentido, enquanto este usa o RDSS (*Radio Determination Satellite System*), que exige medições em ambos os sentidos. Neste caso, o centro de operações envia um sinal através dos satélites para um subconjunto de utilizadores. Esses utilizadores enviam a resposta a este sinal através de pelo menos dois dos três satélites do sistema. O tempo de viagem do sinal é medido desde a ida do centro de operações até aos satélites, a receção deste por um utilizador e posteriormente o caminho inverso. Isto permite que o centro de operações determine a localização do utilizador e a envie posteriormente a este, assim neste processo conseguem-se retirar informações tais como, tempo de viagem, posições dos satélites (já conhecidas), e a estimativa da altitude do utilizador, dados necessários para o cálculo da localização do utilizador [Kaplan, et al., 2006].

Relativamente ao COMPASS (BeiDou-2), este é um sistema que a nível do segmento espacial pretende estar completamente implementado e operacional em 2020 [Chengqi, R., 2013]. O primeiro satélite foi lançado em 2007, tendo no momento 16 satélites em órbita, dos quais 14 encontram-se a transmitir sinais “saudáveis”. Pretende-se que a constelação final apresente um total de 35 satélites (onde estão incluídos os 3 satélites do BeiDou-1).

Nesta altura, a maior parte da região da Ásia/Pacífico consegue receber sinais de 8 a 9 satélites, apresentando precisões de posicionamento de 5 metros, no entanto, o planeamento prevê o lançamento de novos satélites com o objetivo de melhorar o sistema, assim como as precisões que vão passar a ser de centímetros.

Quanto ao segmento de controlo do COMPASS, este é composto pela estação de controlo principal, responsável pelo controlo da constelação de satélites e de processar as medidas recebidas pelas estações de monitorização, de forma a gerar a mensagem de navegação. Pelas estações de upload, responsáveis pelo upload das correções orbitais e das mensagens de navegação para os satélites. E ainda pelas estações de monitorização que recolhem todos os dados dos satélites visíveis a partir da sua localização. No momento, existe uma estação de controlo principal, duas estações de upload e trinta estações de monitorização. Existe ainda um pequeno serviço que permite aos utilizadores a troca de pequenas mensagens com as estações.

O que se refere ao segmento de utilizador refere-se a terminais de utilizador que recebem sinais do sistema COMPASS. Trata-se de terminais que, depois de processarem os sinais transmitidos em *broadcasting*, são capazes de determinar a posição de um utilizador, a velocidade e o tempo com precisão. O conceito utilizado pelo BeiDou-1 relativo ao cálculo da posição do utilizador, não é utilizado pelo COMPASS, pois este usa o sistema usual de calcular a posição do utilizador, no lado do recetor [EOPortal, 2014a].

2.4.4 IRNSS

Da mesma forma que os anteriores governos, o atual governo indiano, aprovou em 2006 um sistema para a criação de um sistema de navegação regional por satélite, chamado de IRNSS. Um sistema independente que pretende fornecer serviços de posicionamento precisos aos utilizadores na Índia até uma extensão de 1500 km das suas fronteiras. Trata-se de um sistema que será utilizado principalmente em áreas de vigilância, telecomunicações, transporte, áreas críticas e de segurança pública.

É um sistema com uma constelação de 7 satélites, distribuídos em duas órbitas, 3 dos quais na GEO (*Geostationary Earth Orbit*) e os restantes 4 na GSO (*Geosynchronous Orbit*), sobre a região indiana, onde todos eles são visíveis continuamente (24 horas/dia).

O IRNSS tem dois tipos de serviços, um standard e outro restrito/autorizado, os quais terão os seus sinais em duas frequências (L5 – 1176.45 MHz, S – 2492.08 MHz).

O primeiro satélite foi lançado em julho de 2013, e o segundo em abril de 2014, prevendo-se que a constelação fique completa em 2016 [EOPortal, 2014b].

2.4.5 QZSS

O QZSS é um sistema desenvolvido pelo Japão e tem o objetivo melhorar e garantir o serviço de navegação por satélite, nomeadamente o GPS, na região nipónica, devido ao facto das grandes zonas montanhosas, assim como os enormes edifícios, não permitirem que o sinal chegue em condições aos utilizadores. Através do uso deste sistema vai ser possível ter precisões de centímetros [Boyd, J., 2014].

Trata-se de um sistema com previsões iniciais de uma constelação de 3 satélites (tendo o primeiro satélite sido lançado em setembro de 2010), apontando agora para uma constelação de 4 satélites a serem lançados até 2016, ficando nesta altura totalmente operacional. Por se considerar que a quantidade de satélites não são um número suficiente para uma cobertura mais precisa, prevê-se que o número desses possa aumentar para um total de 7 no futuro [QSS, 2014].

Os satélites realizarão uma órbita HEO (*Highly Elliptical Orbits*), com um raio orbital de 42.157 km do centro da terra, sobre o território japonês e australiano. Com este tipo de órbita é garantida a existência de um satélite no território japonês durante as 24 horas diárias.

Para se conseguir garantir a compatibilidade com o sistema GPS, o QZSS encontra-se a utilizar sinais nas frequências L1, L2 e L5.

Além dos serviços normais expectáveis do sistema QZSS, como o posicionamento, este pretende fornecer uma comunicação à base de serviços de vídeo, áudio e dados [EOPortal, 2014c].

2.5 Métodos de melhoria do sinal GPS

Existem várias fontes que podem degradar o sinal GPS e dessa forma afetar a precisão que um recetor GPS tem. Algumas dessas fontes são as seguintes:

- atrasos ionosféricos e troposféricos – o sinal proveniente do satélite atrasa-se ao passar a atmosfera. No entanto de forma a corrigir este erro o sistema GPS faz um cálculo da média desse atraso para que consiga corrigir parcialmente;
- sinal em múltiplos caminhos – acontece quando o sinal GPS é refletido em objetos tais como edifícios grandes ou grandes superfícies rochosas antes de chegar ao recetor. Isto faz aumentar o tempo de viagem do sinal, causando erros;
- erros de relógio dos recetores – tendo em atenção que os relógios existentes nos recetores não têm a precisão atómica dos existentes nos satélites, podem ocorrer erros nos tempos obtidos;
- erros orbitais – conhecidos por erros de efemérides, que não são mais que imprecisões das localizações reportadas pelos satélites;
- número de satélites visíveis – quantos mais satélites um recetor de GPS conseguir “ver” melhor será a sua precisão. Existem no entanto alguns obstáculos como é o caso de edifícios, o terreno, interferências eletrónicas ou zonas muito cobertas por folhagem, que poderão bloquear a receção do sinal fazendo com que haja erros na posição ou até mesmo levando à falha total;
- geometria/sombra dos satélites – refere-se à posição relativa dos satélites num determinado período. A geometria ideal existe quando os satélites se encontram localizados em ângulos largos relativamente uns aos outros. Uma fraca geometria resulta quando os satélites se encontram alinhados ou num grupo muito fechado.

Por forma a minimizar alguns destes erros podem ser usadas técnicas como as a seguir descritas.

2.5.1 Differential GPS (DGPS)

Através deste método consegue-se melhorar a precisão GPS de 4 a 20 metros para 1 a 3 metros. O DGPS usa uma rede estacionária de recetores GPS que calcula a diferença entre a sua posição atual conhecida e a posição calculada pelo sinal de GPS recebido. A “diferença” é transmitida como um sinal FM (Frequência Modulada), permitindo assim a muitos recetores de GPS civis corrigir o sinal, melhorando a precisão do mesmo [Ublox, 2009].

2.5.2 Wide Area Augmentation System (WAAS)

Este método usa um conjunto de estações de referência no solo para calcular as mensagens de correção do GPS, sendo uma implementação do DGPS mais ampla [LaMarca, A., et al., 2008]. De seguida são enviadas para satélites adicionais pertencentes ao WAAS, que se encontram na órbita geossíncrona, para serem posteriormente transmitidas para os recetores GPS, contendo informação como atrasos ionosféricos, variações dos relógios dos satélites, entre outros [Federal Aviation Administration, 2010].

Este sistema apenas funciona na América do Norte (que é onde as estações de referência se encontram localizadas). No entanto, estão em desenvolvimento variantes noutras zonas, como é o caso do já referido QZSS (2.4.5) no Japão, o EGNOS (*Euro Geostationary Navigation Overlay Service*) na Europa [ESA, 2011], que são similares ao WAAS.

2.5.3 Local Area Augmentation System (LAAS)

Trata-se de um método muito similar ao WAAS, onde são usados dados de correção semelhantes. Mas, neste caso, os dados de correção são transmitidos a partir de uma fonte local, tipicamente um aeroporto ou outro local onde é necessário um posicionamento preciso. Estes dados são úteis num raio de 30 a 50 km em volta do transmissor [Stanford University, 2014].

2.5.4 Carrier-Phase Enhancement (CPGPS)

Esta técnica utiliza uma onda portadora L1 (1.575 GHz) para agir como sendo um sinal de relógio, resolvendo a ambiguidade causada pelas variações na localização da transição do pulso (lógico de 1-0 ou 0-1) do sinal C/A PRN (*Pseudorandom Noise*). O problema surge devido ao facto de a transição do 0-1 ou do 1-0 no sinal C/A não ser instantânea, levando um período de tempo, e portanto a operação de correlação (satélite-recetor) é imperfeita.

O CPGPS corrige este problema ao usar a onda portadora L1, que tem um período 1/1000 da largura do bit do código C/A, de forma a atuar como um sinal de relógio adicional e resolver essa incerteza.

O erro no GPS é de 2 a 3 metros. O CPGPS a funcionar em conjunto com o DGPS pode levar a precisões na ordem dos 20 a 30 cm [Brighthub, 2010].

2.5.5 Wide Area GPS Enhancement (WAGE)

Com este método pretende-se melhorar a precisão GPS fornecendo dados mais precisos dos relógios dos satélites, assim como das efemérides (orbitais) a recetores GPS melhor equipados.

O WAGE melhora a precisão horizontal do código encriptado P(Y) do GPS.

Adicionalmente é feita uma combinação entre a gama de dados de correção e a mensagem de navegação que é transmitida pelos satélites em *broadcast*. Isto permite alcançar grandes níveis de precisão, chegando a precisão deste método a ser melhor que 4,82m horizontais [Jasumback, T., et al., 1997].

2.5.6 Relative Kinematic Positioning (RKP)

Para obter um sistema de posicionamento GPS mais preciso pode usar-se o *Relative Kinematic Positioning* (RKP). Nesta abordagem, a determinação do intervalo do sinal pode ser resolvida até uma precisão de 10 cm. É feito verificando o número de ciclos em que o sinal é transmitido e recebido pelo recetor. Pode ser conseguido, usando a combinação com a correção de dados do DGPS, transmitindo a informação de fase do sinal GPS e de técnicas de resolução ambíguas através de testes estatísticos, possivelmente com processamento em tempo real (RTK, *Real Time Kinematic*) [Pace, et al., 1995].

2.5.7 Assisted GPS (A-GPS)

O A-GPS melhora a performance de um GPS normal ao passar informação através de um canal alternativo de comunicação. Ajuda o GPS a conseguir uma fixação da localização mais rápida e precisa, principalmente em condições mais complicadas (e.g. situações onde o sinal proveniente dos satélites seja fraco ou a visibilidade dos satélites seja de dois satélites apenas). Regularmente as torres da rede móvel têm recetores GPS, por sua vez esses recetores estão constantemente a receber as efemérides dos satélites e a fazer cálculos computacionais com esses dados. Sempre que solicitados, esses dados são passados para o dispositivo móvel e dessa forma são enviadas informações dos satélites que já foram identificados para aquela posição, facilitando assim o processo. Ao trabalhar com essa informação e a informação que o recetor GPS tem dos satélites visíveis, consegue um cálculo mais preciso e eficiente da sua posição.

O sistema A-GPS permite então uma fixação mais rápida da localização, permitindo também assim uma melhoria do tempo de vida da bateria do dispositivo em questão, sendo por isso tomado em conta na programação de aplicações móveis.

A principal desvantagem que o A-GPS traz é o fato deste método recorrer à transferência de dados através de um operador móvel, o que tem custos associados, ao invés do GPS que é gratuito [Diggelen, F., 2009].

2.5.8 Outros métodos

Muitos sistemas GPS de automóveis combinam com a unidade GPS um giroscópio e um velocímetro, permitindo manter uma navegação contínua, quando edifícios, o próprio terreno, túneis, entre outros, bloqueiam os sinais GPS. É um sistema similar à combinação usada pelo

GPS com a navegação inercial usada em navios e aviões, mas menos precisa e mais barata porque apenas é usada em pequenos períodos de tempo [Welch, C. 2013].

2.6 Aplicações do GPS

A natureza livre, aberta e segura do GPS tem levado ao desenvolvimento de centenas de aplicações que afetam os aspetos da vida moderna. Hoje em dia encontra-se a tecnologia GPS numa grande parte dos equipamentos que usados diariamente, desde telemóveis, relógios, carros, contentores de navios, caixas ATM (*Automatic Teller Machine*), entre muitos outros.

O sistema GPS aumenta a produtividade numa ampla faixa da economia, onde estão incluídas a agricultura, a construção, a topografia e os transportes. Grandes redes de comunicação, sistemas bancários, mercados financeiros e redes de energia dependem fortemente do GPS, na parte da sincronização precisa do tempo. Existem alguns serviços sem fio que sem o GPS não funcionam.

O GPS ajuda a evitar acidentes de transporte, em buscas e salvamentos, a acelerar a entrega de serviços de emergência e socorro. Tem ainda outras áreas onde é útil como é o caso da previsão do tempo, monitorização de terremotos e proteção ambiental [GPS.gov, 2014c].

Podemos dizer que o GPS se encontra entre outras nas seguintes áreas:

- agricultura;
- aviação;
- área náutica;
- ambiente;
- segurança pública e apoio a desastres;
- comboios;
- estradas;
- topografia e planeamento;
- espaço;
- tempo.

A nível militar, o GPS continua a ser um sistema crítico na segurança nacional. As suas aplicações estão integradas em quase todos os aspetos das operações militares. Praticamente todos os novos meios militares, de veículos até armamento, vêm equipados com o GPS [Arora, M, Rajat, B., n.d.].

Novos usos para o GPS são inventados todos os dias, o único limite é a imaginação humana.

3 Geolocalização além do GPS

Os dispositivos móveis mais recentes trazem incorporados processadores que permitem a gestão do posicionamento global através de várias tecnologias.

O método mais comum para determinar a localização de um dispositivo recorre ao sistema GPS, o qual não se encontra apenas disponível em dispositivos específicos para navegação. É um sistema que cada vez mais está integrado nos dispositivos móveis, tanto que os próprios fabricantes de dispositivos específicos para navegação têm receio que isso venha a ser o final dos seus aparelhos. O número de dispositivos móveis que oferecem serviços de geolocalização encontra-se a aumentar. Estes serviços são conhecidos por *Location Based Services* (LBS). É estimado que até ao final de 2014, 90% dos dispositivos móveis tenham ferramentas GPS [Aktihanoglu, M., 2011].

No entanto, a geolocalização não é feita apenas através do sistema GPS.

3.1 O que é a Geolocalização?

Regra geral é um termo que está associado à tecnologia GPS, no entanto deve ser considerado como uma tecnologia que permite a geolocalização.

O termo geolocalização refere-se à capacidade de determinar a localização de um dispositivo móvel (com diferentes graus de precisão), num determinado período de tempo através de coordenadas geográficas (latitude e longitude) transpostas para um mapa, através dos métodos existentes. Aplica então tecnologias que determinam a maneira como se consegue essa informação para fazer a geolocalização, recorrendo a uma combinação do hardware (e.g. chip GPS) com o software (código escrito para ler os sinais recebidos). Entre as principais tecnologias, existem as seguintes:

- o já referido sistema GPS;
- redes Wi-Fi (WPS, *Wi-Fi-based Positioning System*);
- identificador de célula (*Cell ID*);

- triangulação da rede do dispositivo GSM (*Global System for Mobile Communications*);
- identificação do endereço de IP (*Internet Protocol*).

De seguida são explicadas cada uma destas tecnologias em mais pormenor.

3.2 Tecnologias de Geolocalização

No que se refere a tecnologias de geolocalização, estas são tecnologias que usam o sistema GPS, a WPS, redes GSM e *Cell ID*, e ainda endereços de IP. Além destas existem também as híbridas que acabam por combinar as várias tecnologias referidas, de forma a conseguirem fornecer uma localização mais confiável e eficiente com menores custos.

3.2.1 GPS

O uso do GPS, apesar de ser considerado um método lento, é no entanto muito preciso, e talvez o mais credível. Além de ter uma grande cobertura, é o método mais usado na geolocalização. É muito comum o seu uso em dispositivos móveis, sistemas de navegação ou outros aparelhos que sirvam para esse efeito, onde através de um recetor GPS se consegue obter a informação necessária para a geolocalização. A forma de se conseguir a localização de um dispositivo através do sistema GPS é a já descrita anteriormente em 2.2.

O GPS tem um *Time to First Fix* (TFF), que é o tempo necessário para este conseguir encontrar a sua localização, que normalmente varia de 30 segundos a vários minutos, dependendo das condições. Com o sistema A-GPS (ver ponto 2.5.7), que tem como principal premissa “assistir”, ou seja ajudar o GPS, pode-se reduzir o TFF [Aktihanoglu, M., 2011] [Diggelen, F., 2009].

Tabela 4 - Principais vantagens e desvantagens da tecnologia de posicionamento GPS ao ser usado em aplicações de localização móveis¹⁰

Vantagens	Desvantagens
Consegue localizações com precisões de poucos metros, quando em ótimas condições.	Leva a um rápido consumo da bateria.
Muito utilizado por criadores de dispositivos móveis.	Necessita de uma boa linha de vista para os satélites GPS (i.e., não funciona no interior).
Usa tecnologia usada e testada.	Os sinais satélites podem ser refletidos em determinados meios urbanos, levando a desvios de posições.
Não tem custos associados à operadora em questão (ao contrário do A-GPS).	O tempo inicial para fixação (TFF) pode ser lento comparado com outras tecnologias de posicionamento.

3.2.2 WPS

A principal vantagem da tecnologia WPS, para as aplicações móveis, é que esta funciona em ambientes interiores ao contrário da tecnologia GPS.

¹⁰ Adaptado de: [Aktihanoglu, M., 2011]

O modo de funcionamento recorre a software que interpreta os sinais rádio emitidos pelos *routers wireless* de forma a determinar a localização de qualquer dispositivo com o Wi-Fi ligado. Quando um utilizador usa esta tecnologia para saber a sua localização, o software o que faz é procurar por pontos de acesso. De seguida, calcula a posição do utilizador tendo em atenção os sinais que recebe e cruzando-os com uma base de dados existente. Para isso recorre aos nomes e endereços MAC (*Media Access Control*) existentes nas redes Wi-Fi que consegue identificar. Quanto maior for a quantidade de equipamentos, maior será a precisão da localização encontrada, daí que se tornará mais simples ter uma localização mais precisa dentro de uma zona urbana do que numa zona rural [Aktihanoglu, M., 2011].

Tabela 5 - Principais vantagens e desvantagens da tecnologia de posicionamento WPS ao ser usado em aplicações de localização móveis¹¹

Vantagens	Desvantagens
Oferece uma precisão considerável, principalmente em meios urbanos onde a densidade de <i>broadcasts</i> Wi-Fi é elevada.	Necessita que o dispositivo tenha Wi-Fi e que este se encontre ligado.
Não tem custos extra para o utilizador do dispositivo, devido ao facto da base de dados dos <i>hotspots</i> ser atualmente livre de custos.	O Wi-Fi ligado num dispositivo leva a que a bateria deste seja consumida relativamente rápido.
O tempo que demora a fixar a posição é relativamente curto.	Requer que os fornecedores de serviços atualizem constantemente a sua base de dados de <i>hotspots</i> Wi-Fi. Devido ao facto desta mudar frequentemente, poderá dar-se o caso de haver alguma imprecisão na localização adquirida.
Devido ao facto de não necessitar linha de vista com os satélites ou outros transmissores, permite posicionamento no interior ou em áreas cobertas.	

3.2.3 Cell ID

Esta tecnologia de posicionamento, apesar de não ser muito precisa, tem vindo a ganhar popularidade ao longo dos últimos anos. É uma tecnologia que usa a torre ou a célula que um dispositivo móvel esteja a usar para comunicação e, a partir daí, determina a posição aproximada do dispositivo. O posicionamento através do *Cell ID* pode ser feito na rede ou no próprio dispositivo móvel.

Para a identificação do *Cell ID*, cada país tem associado um *Mobile Country Code* (MCC) atribuído através da *International Telecommunication Union* (ITU). Por sua vez, cada operador de rede móvel tem associado um *Mobile Network Code* (MNC), sendo esse operador responsável por um *Location Area Code* (LAC) às suas sub-redes assim como atribuir um identificador numérico a cada uma das suas células (*Cell ID*). Sempre que um dispositivo móvel se encontre ligado a uma rede, este vai estar associado a uma célula, podendo então a localização ser feita através dos parâmetros atrás descritos: *Cell ID*, LAC, MNC e MCC.

¹¹ Adaptado de: [Aktihanoglu, M., 2011]

Tabela 6 - Código MCC e MNC das principais operadoras portuguesas

Operadora	MCC	MNC
Vodafone PT	268	01
NOS	268	03
MEO	268	06

Através do *Cell ID* usado pode identificar-se a *Base Transceiver Station* (BTS) com a qual o dispositivo se encontra a comunicar, assim como a localização da mesma. Recorrendo às bases de dados existentes (pagas ou grátis), isto permite saber onde o dispositivo se encontra, num raio que pode variar até vários quilómetros, daí a precisão desta tecnologia ser reduzida.

Existem no entanto técnicas que permitem reduzir a área onde se encontra o dispositivo. Pode ser feito através da setorização de células, que normalmente têm antenas omnidirecionais, e ao serem setorizadas, em vez de abrangerem 360º passam a abranger normalmente 120º, o que faz com que a área onde o dispositivo pode ser encontrado seja mais limitada (ver Figura 7).

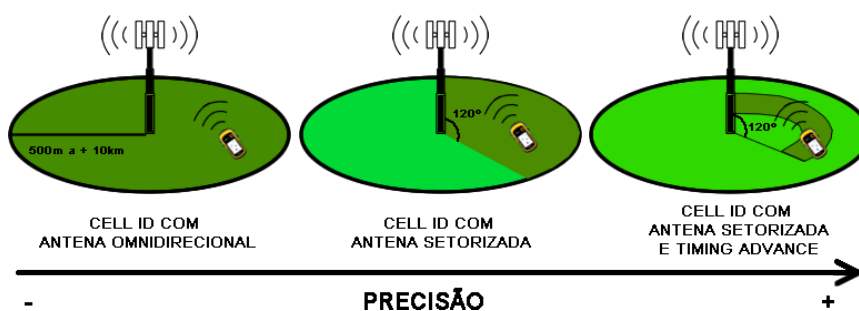


Figura 7 - Técnicas para melhoria de precisão em antenas com *Cell ID*¹²

Nas redes GSM, o *Cell ID* pode ser combinado com o *Timing Advance* (TA) e/ou com o nível de sinal recebido (que mede a força média do sinal recebido do dispositivo). Nas redes WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access*), o *Cell ID* pode ser combinado com *Round-trip Time* (RTT) (versão do TA para o WCDMA) por forma a aumentar a precisão. Além disso pode ainda existir uma conjugação destes métodos com o anterior descrito da setorização [Aktihanoglu, M., 2011].

Tabela 7 - Principais vantagens e desvantagens da tecnologia de posicionamento *Cell ID* ao ser usado em aplicações de localização móveis¹³

Vantagens	Desvantagens
Disponível na maioria dos dispositivos.	Depende do acesso às bases de dados da <i>Cell ID</i> de forma a determinar a localização da célula; as boas bases de dados são geralmente pagas.
Funciona no interior devido ao facto de se basear na ligação de rede do operador.	Devido ao facto de comunicar apenas com uma célula, a precisão do seu posicionamento é afetada e medida em quilómetros em vez de metros.
Tem eficiência de energia visto não ter grande impacto no consumo de bateria.	Nos locais em que as células se encontram mais espalhadas, tal como ambientes rurais, a precisão do posicionamento diminui, limitando ainda mais a sua utilidade.

¹² Adaptado de: <http://i.imgur.com/0ivbZQS.gif>

¹³ Adaptado de: [Aktihanoglu, M., 2011]

3.2.4 Triangulação GSM

A triangulação, recorrendo a repetidores GSM, é usada na localização de dispositivos móveis. É um método que recorre aos sinais rádio que são continuamente transmitidos pelo dispositivo móvel de forma a calcular a sua distância dos recetores (repetidores GSM).

Como já referido anteriormente, para se fazer uma triangulação são necessários no mínimo três pontos distintos, calculando-se a distância (raio) de cada um deles ao dispositivo pretendido. Onde se der a intersecção dos círculos formados pelo raio, a cada um dos pontos, será onde se encontra localizado o dispositivo (ver Figura 8).

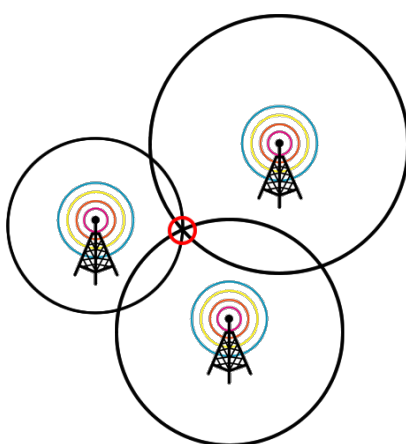


Figura 8 - Triangulação GSM

A precisão obtida por este método é, regra geral, boa em centros urbanos, em que o número de repetidores GSM é relativamente alto. No entanto, em meios rurais a sua precisão acaba por ser inferior devido ao menor número de repetidores.

De forma a melhorar a precisão, podem usar-se antenas direcionais que permitem, além de medir a distância, identificar a direção do sinal do dispositivo móvel.

Por outro lado, pelo facto da triangulação ser baseada na rede, é necessário por vezes um acordo com o operador móvel de forma a adotá-la como sendo um serviço móvel. [Aktihanoglu, M., 2011].

Tabela 8 - Principais vantagens e desvantagens da tecnologia de posicionamento de Triangulação GSM ao ser usado em aplicações de localização móveis¹⁴

Vantagens	Desvantagens
Disponível em todos os dispositivos móveis com GSM.	Necessário acordo com o operador móvel para que se consiga realizar a triangulação.
Funciona no interior devido ao facto de se basear na ligação de rede do operador.	Precisão da localização diminuta em locais rurais, podendo ter erros de quilómetros.
Tem eficiência de energia visto não ter grande impacto no consumo de bateria.	

¹⁴ Adaptado de: [Aktihanoglu, M., 2011]

3.2.5 Endereço IP

A tecnologia relacionada com o endereço de IP é uma tecnologia que não é muito precisa apesar de já ser usada há bastante tempo.

Usa o endereço de IP fornecido pelo ISP (*Internet Service Provider*), que permite identificar o país, região e cidade. Com os avanços que têm vindo a acontecer na recolha de dados e que são mantidos pelos ISP, é possível hoje em dia identificar o local com erro de poucos metros, de onde provém um endereço de IP.

Existem empresas que se dedicam a fazer coletas dos endereços de IP, consolidando a informação em bases de dados que depois disponibilizam, de forma a serem feitas pesquisas muito mais rapidamente. Levou vários anos a se conseguir, no entanto a precisão que se consegue hoje em dia acaba por ser muito elevada e fidedigna.

No entanto, nem sempre é bem aceite devido ao facto de não ser um método 100% correto, pois, por exemplo, por trás de um *proxy*, *firewall* ou outro sistema que altere os dados, a localização obtida vai acabar por ser falsa [Aktihanoglu, M., 2011].

Tabela 9 - Principais vantagens e desvantagens da tecnologia de posicionamento de Endereço IP ao ser usado em aplicações de localização móveis

Vantagens	Desvantagens
Determinação da localização relativamente rápida.	A localização dada pode ser incorreta, pois pode encontrar-se atrás de um <i>proxy</i> , <i>firewall</i> ou outro sistema que altere os dados.
Localização fornecida já com elevado nível de precisão.	

3.3 Geolocalização em Smartphones

Conforme foi referido nos pontos anteriores, a geolocalização pode ser feita de várias maneiras. Pretende-se aqui mostrar como a introduzir nos smartphones, tendo em atenção cada um dos sistemas operativos móveis mais usados no mercado, sendo estes:

- Android (sistema operativo da Google);
- iOS (sistema operativo da Apple);
- Windows Phone (sistema operativo do Windows).

Estes sistemas apresentam *frameworks*, que permitem o desenvolvimento de aplicações de geolocalização, de forma a obter a localização dos utilizadores para poderem ser usados de diversas maneiras.

As *frameworks* destes diferentes sistemas têm serviços bastantes semelhantes, isto é, é possível fazer aplicações para diferentes sistemas que tenham as mesmas funcionalidades, como por exemplo:

- Localização atual de um utilizador;
- Obter a localização de um utilizador continuamente;

- Definir limites de uma região para que o sistema informe o utilizador quando este passa das fronteiras;
- Correr aplicações de geolocalização em background.

De seguida são apresentados, alguns exemplos das APIs (*Application Programming Interface*) que cada um destes três sistemas usa.

3.3.1 Sistema Operativo Android

No caso do sistema operativo da Google, existe uma API de fusão de serviços de localização de um determinado fornecedor de serviços. Estes serviços adaptam-se às necessidades dos programadores, pois têm características como: APIs simples, disponibilidade imediata, eficiência energética e versatilidade. Existem ainda *Geofencing* APIs que permitem definir limites geográficos, notificando o utilizador de quando entra e sai, desses mesmos limites. *Activity recognition* API permite identificar as atividades de cada utilizador, desta forma é possível saber o que um utilizador faz no seu dia-a-dia e a cada instante [Android Developer, n.d.].

A API de fusão de serviços disponibiliza o *LocationManager* [Android Developer, n.d.b], que permite saber a localização de uma pessoa a partir de eventos/callbacks (*LocationListener*), que é registado inicialmente com o *LocationManager* para poder receber a atualização da localização (Código 1).

```
// Criar objecto com referência para o Location Manager
LocationManager locationManager = (LocationManager)
this.getSystemService(Context.LOCATION_SERVICE);
// Definição de um listener para updates de localização de utilizadores
LocationListener locationListener = new LocationListener() {
    public void onLocationChanged(Location location) {
        // Esta função é chamada quando existe uma localização fornecida pelo
        network location provider.
        makeUseOfNewLocation(location);}
    public void onStatusChanged(String provider, int status, Bundle extras) {}
    public void onProviderEnabled(String provider) {}
    public void onProviderDisabled(String provider) {}
};
// Registo de um listener que recebe updates de localização para Wi-fi e Cell
Network
locationManager.requestLocationUpdates(LocationManager.NETWORK_PROVIDER, 0, 0,
locationListener)
// Registo de um listener que recebe updates de localização para GPS
locationManager.requestLocationUpdates(LocationManager.GPS_PROVIDER, 0, 0,
locationListener)
```

Código 1 - Exemplo para receber updates da localização no Android (Java)¹⁵

¹⁵ Adaptado de: <http://developer.android.com/guide/topics/location/strategies.html>

3.3.2 Sistema Operativo iOS

No sistema operativo da Apple, existe uma *framework* chamada *Core Location* que fornece alguns serviços que facilitam a utilização da geolocalização analisando e monitorizando a localização atual de cada utilizador. Esta *framework* permite ao sistema ir buscar informação sobre a localização do utilizador a cada momento sem gastar muita energia e ser notificado quando existem mudanças significativas [Apple Developer, 2014]. Para além disso, é possível configurar, a partir do serviço de geolocalização standard, a um alto nível, a forma de como obter a localização atual e verificar mudanças da mesma. É possível ainda fazer a monitorização por região, configurando as fronteiras da mesma ou através de regiões *beacon*¹⁶ bluetooth com baixos consumos de energia (a monitorização de regiões *beacon* encontra-se apenas disponível no iOS) [Apple Developer, 2014].

No sistema iOS existem dois tipos de serviços que podem ser usados para a localização de um utilizador.

- *Standard Location*: Este serviço pode ser usado em terminais com iOS ou OS X, e é obrigatória a configuração de variáveis como a precisão de localização e também a distância que deve ser percorrida antes de receber a atualização da nova localização. No Código 2 é apresentado um exemplo de como pode ser usado o serviço de localização standard.

```
(void)startStandardUpdates
{
    // Create the location manager if this object does not
    // already have one.
    if (nil == locationManager)
        locationManager = [[CLLocationManager alloc] init];
    locationManager.delegate = self;
    locationManager.desiredAccuracy = kCLLocationAccuracyKilometer;
    // Set a movement threshold for new events.
    locationManager.distanceFilter = 500; // meters
    [locationManager startUpdatingLocation];
}
```

Código 2 - Exemplo do uso do serviço Standard Location no iOS (Objective-C)¹⁷

- *Significant-Change Location*: este serviço fornece uma boa precisão para maior parte das aplicações, fazendo com que seja uma alternativa ao serviço standard para poupança de energia. Este serviço usa Wi-Fi para determinar a localização de um utilizador e avisar das mudanças de localização do mesmo. É ainda possível que este serviço avise o sistema de uma nova localização mesmo que este esteja suspenso. No Código 3 é apresentado um exemplo de como o *significant-change*

¹⁶

<https://developer.apple.com/library/ios/documentation/userexperience/Conceptual/LocationAwarenessPG/RegionMonitoring/RegionMonitoring.html>

¹⁷ Adaptado de: [Apple Developer, 2014]

location pode ser utilizado. É necessária a verificação do *timestamp* pois às vezes é retornado o valor que se encontra em cache, sendo assim o valor do *timestamp* é o que diferencia do valor retornado anteriormente.

```
(void)startSignificantChangeUpdates
{
    // Create the location manager if this object does not
    // already have one.
    if (nil == locationManager)
        locationManager = [[CLLocationManager alloc] init];
    locationManager.delegate = self;
    [locationManager startMonitoringSignificantLocationChanges];
}
```

Código 3 - Exemplo do uso do serviço de Significant-Change Location no iOS (Objective-C)¹⁷

Para receber os dados de um determinado serviço é usada a função *locationManager:didUpdateLocations*, que é disparada quando existe um evento com informação de uma nova localização. O exemplo Código 4 descreve como este método pode ser usado para receber esses eventos.

```
// Delegate method from the CLLocationManagerDelegate protocol.
(void)locationManager:(CLLocationManager *)manager
    didUpdateLocations:(NSArray *)locations {
    // If it's a relatively recent event, turn off updates to save power.
    CLLocation* location = [locations lastObject];
    NSDate* eventDate = location.timestamp;
    NSTimeInterval howRecent = [eventDate timeIntervalSinceNow];
    if (abs(howRecent) < 15.0) {
        // If the event is recent, do something with it.
        NSLog(@"latitude %+.6f, longitude %+.6f\n",
            location.coordinate.latitude,
            location.coordinate.longitude);
    }
}
```

Código 4 - Exemplo de método usado para receber eventos de localização no iOS (Objective-C)¹⁸

3.3.3 Sistema Operativo Windows Phone

O sistema da Windows apresenta uma nova API para localização, chamada *Windows Phone Runtime location API*. Esta API é acessível por código nativo ou então por código feito pelo programador. Deve ser usada para localização, independentemente se está a programar uma aplicação *Direct3D*¹⁹ ou a criar uma *managed app*¹⁹. Através desta API consegue-se que as aplicações determinem a localização de uma forma rápida e precisa, de forma a equilibrar a

¹⁸ Adaptado de: [Apple Developer, 2014]

¹⁹ Referência em: <http://technet.microsoft.com/pt-br/jj207052>

precisão com os tempos de resposta. Caso não se estejam a usar funções de *tracking* deve-se usar a funcionalidade *one-shot location*, desta forma a bateria dura mais tempo e o utilizador tem uma melhor experiência com a aplicação.

Quando se usa a funcionalidade de *tracking location*, as aplicações devem fazer os pedidos depois de um intervalo de tempo ou quando se percorre uma determinada distância desde a última localização.

Esta API permite ainda reutilizar o código tanto em smartphones como no computador pessoal.

Como referido anteriormente este sistema fornece duas maneiras distintas de obter a localização de um utilizador. Uma delas é usando o *one-shot location*, que deve ser usada apenas quando se quer saber a localização atual de um utilizador, apenas num momento. É apresentado um exemplo (Código 5), de como é possível fazer uma aplicação com *one-shot location*:

```
void WPNativeLocationExample::GetOneShotLocation(int accuracyInMeters, int
timeoutSeconds, int maxAgeSeconds)
{
    Geolocator^ geolocator = ref new Geolocator();

    geolocator->DesiredAccuracyInMeters =
(Platform::IBox<UINT>^)(PropertyValue::CreateUInt32(accuracyInMeters));

    m_getOperation = nullptr;

    if(timeoutSeconds > 0 || maxAgeSeconds > 0)
    {
        TimeSpan maxAge;
        maxAge.Duration = maxAgeSeconds * 10000;

        TimeSpan timeout;
        timeout.Duration = timeoutSeconds * 10000;
        m_getOperation = geolocator->GetGeopositionAsync(maxAge, timeout);
    }
    else
    {
        // Use the API with defaults
        m_getOperation = geolocator->GetGeopositionAsync();
    }

    // Start location acquisition.
    // Setting the completion callback implicitly starts acquisition.
    m_getOperation->Completed = ref new
AsyncOperationCompletedHandler<Geoposition^>(
    [=] (IAsyncOperation<Geoposition^>^ asyncOperation, AsyncStatus status)
mutable
    {
        if(status != AsyncStatus::Error)
        {
            Geoposition^ geoposition = asyncOperation->GetResults();

            // use the location information
            double latitude = geoposition->Coordinate->Latitude;
            double longitude = geoposition->Coordinate->Longitude;
        }
    }
);
}
```

```

        double accuracy = geoposition->Coordinate->Accuracy;
        MyUseLocationFunction(latitude, longitude, accuracy);
    }
    else
    {
        if(asyncOperation->ErrorCode.Value == E_ABORT)
        {
            // The user has disabled location in the phone settings
        }
        else
        {
            // There was another error
        }
    }
    });
}

```

Código 5 - Exemplo do uso do one-shot location numa aplicação para o Windows Phone (C++)²⁰

O outro método que pode ser usado é o *continuous tracking* que permite saber a localização de um utilizador continuamente. Este método gasta mais bateria ao dispositivo, mas permite ter mais informação sobre as diferentes localizações de um utilizador. No Anexo A, são apresentados exemplos de código de como pode ser feita uma aplicação com este método, com código nativo.

3.3.4 Conclusões APIs

Tendo em atenção o descrito nas secções anteriores, é possível verificar que estas APIs acabam por ter características muito específicas devido ao facto de serem adequadas a dispositivos móveis.

Algumas das características que podemos observar através do código das mesmas, independentemente do sistema operativo, é que todas elas se baseiam em eventos (*event-based*), esperando que alguma condição sofra alterações para despoletar uma outra situação.

Devido às características dos equipamentos onde vão ser usadas, desde processadores, memória, capacidades gráficas, entre outros, estas APIs acabam por usar recursos computacionais limitados.

De referir que é dada uma grande importância por parte das APIs à poupança da bateria, que regra geral neste tipo de dispositivos é de curta duração, tornando muito importante esta preocupação.

²⁰ Adaptado de: [http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/apps/jj206956\(v=vs.105\).aspx](http://msdn.microsoft.com/en-us/library/windows/apps/jj206956(v=vs.105).aspx)

4 Tecnologias para monitorização de atividades físicas

A tecnologia móvel é toda aquela que permite a sua utilização em movimento. Cada vez mais a tecnologia faz parte do quotidiano das pessoas, este tipo não é exceção. Representa uma revolução, pois através dela as rotinas e formas de tomar decisões das pessoas são alteradas constantemente. A maioria das pessoas, hoje em dia, não vive sem um telemóvel, um smartphone, um tablet, preferencialmente conectados ao resto do mundo através da internet, ou até mesmo sem um recetor GPS para se deslocarem de um local para o outro, e além destes muitos outros tipos de dispositivos móveis. Tudo isto acaba por ser possível devido à evolução da tecnologia móvel, desde as formas de comunicação através das quais os dispositivos comunicam, até às aplicações móveis existentes nestes criadas para os mais variadas funcionalidades.

A prática de atividades físicas é uma das áreas onde a tecnologia móvel tem emergido em grande escala. Cada vez mais são as pessoas que praticam uma atividade física, como correr, andar de bicicleta, ou algo mais simples como uma caminhada. Devido a isto existem também cada vez mais pessoas a querer controlar/monitorizar essas atividades pelos mais variados motivos (saúde, treinos, guardar um percurso, outros).

Ao longo deste capítulo vão ser enumeradas várias tecnologias para a monitorização de atividades físicas.

4.1 Dispositivos Móveis

Um dispositivo móvel é normalmente um equipamento de pequenas dimensões, computadorizado, que regra geral tem um ecrã que pode ser táctil, podendo ter incorporado um pequeno teclado. São normalmente dispositivos leves e de fácil transporte [Lee, et al., 2005]. Entre este tipo de dispositivos podem encontrar-se telemóveis, smartphones, recetores GPS, tablets, *smartwatches*, *sport watches*, entre outros. Alguns fabricantes mais conhecidos deste

tipo de dispositivos são por exemplo: Nokia²¹, Microsoft²², Apple Inc²³, BlackBerry²⁴, Samsung²⁵, HTC²⁶, LG²⁷, Motorola²⁸, Sony²⁹, Garmin³⁰, TomTom³¹, existindo cada vez mais fabricantes no mercado.

A estes dispositivos encontra-se associado um sistema operativo (SO – Sistema Operativo). Dependendo do tipo de dispositivo, assim como do SO, podem correr vários tipos de aplicações [Nosrati, et al., 2012]. Além disso, estes dispositivos podem ter incorporado Wi-Fi, Bluetooth, GPS, ou outro tipo de tecnologias, que permitem uma melhor interoperabilidade com o mundo exterior. Outros recursos normalmente existentes nestes dispositivos são as câmaras digitais [Alley, M., 2012]. Além disso têm que ter uma bateria, que varia de dispositivo para dispositivo, sendo uma grande maioria baterias de lítio.



Figura 9 - Exemplo de dispositivos móveis³²

Dispositivos com dimensões maiores, como é o caso dos tablets, são também considerados dispositivos móveis.

Nas próximas secções são apresentados três tipos de dispositivos móveis utilizados em atividades físicas.

²¹ <http://www.nokia.com>

²² <http://www.microsoft.com>

²³ <https://www.apple.com>

²⁴ <http://us.blackberry.com>

²⁵ <http://www.samsung.com>

²⁶ <http://www.htc.com>

²⁷ <http://www.lg.com>

²⁸ <http://licenseproducts.motorola.com>

²⁹ <http://www.sony.com>

³⁰ <http://www.garmin.com>

³¹ <http://www.tomtom.com>

³² Adaptado do site do fabricante

4.1.1 Smartphones

Os smartphones são telemóveis com capacidades maiores de computação e conectividade.

Os primeiros smartphones combinavam recursos existentes nos telemóveis e PDAs (*Personal Digital Assistant*), tais como, reprodução de média, a câmara digital e/ou o GPS. Já os posteriores, além de incluírem tudo isso, tinham as funcionalidades do ecrã táctil, navegação web, Wi-Fi, aplicações *3rd-party*, sensores de movimento, entre outros. Geralmente, um smartphone pode possuir características mínimas de hardware e software, sendo as principais a capacidade de ligação às redes de dados para acesso à internet, a capacidade de sincronização dos dados com um computador pessoal e uma agenda de contactos. Todos os smartphones têm memória incorporada, que poderá ser expansível em alguns casos através de cartões de memória, geralmente cartões micro SD (*Secure Digital*) [Encyclopedia Britannica, 2014b].

Poderá também possuir características de hardware elevadas, o que permite o processamento de gráficos em 3D nos jogos por exemplo, possibilidade de filmar em 4K, ecrãs 2K ou *QuadHD*, sensores biométricos e sensores de batimento cardíaco [Dent, S., 2014].

Todos os smartphones têm um SO incorporado. Estes permitem uma extensão das suas capacidades e funcionalidades, através das aplicações que aí são executadas [Nosrati, et al., 2012]. Além disso permitem aos programadores criar milhares de aplicações adicionais (ver 4.2), com as mais diversas utilidades, que são posteriormente disponibilizadas online para descarregar, em lojas virtuais, como a Google Play³³, App Store³⁴, Windows Phone Store³⁵ ou BlackBerry App World³⁶ por exemplo.



Figura 10 - Smartphones com diferentes sistemas operativos (Android, iOS, Windows Phone, BlackBerry)³⁷

³³ <https://play.google.com/store>

³⁴ <http://store.apple.com>

³⁵ <http://www.windowsphone.com/store>

³⁶ <http://appworld.blackberry.com>

³⁷ Adaptado do site do fabricante

Os sistemas operativos mais utilizados nos smartphones são os seguintes:

- Android – Google (versão mais recente: KitKat 4.4³⁸);
- iOS – Apple (versão mais recente: iOS 8³⁹);
- Windows Phone - Microsoft e Nokia (a partir da série Lumia) (versão mais recente: Windows Phone OS 8.1⁴⁰);
- BlackBerry – BlackBerry (antes conhecido por RIM) (versão mais recente: BlackBerry 10.2⁴¹).

Existindo outros menos utilizados:

- Symbian OS – Nokia;
- Ubuntu – Canonical;
- Tizen – Samsung;
- Firefox OS – Mozilla;
- Sailfish OS - Jolla Mobile.

Como fabricantes mais conhecidos e também já referidos anteriormente, temos por exemplo:

- Apple Inc.;
- Samsung;
- HTC;
- LG;
- Motorola;
- Nokia;
- Blackberry;
- Sony;
- ZTE⁴²;
- Huawei⁴³;
- Lenovo⁴⁴.

4.1.2 Smartwatches

Um *smartwatch* é um relógio de pulso que de forma similar a um smartphone funciona com base em computação. Apesar dos primeiros modelos poderem apenas realizar tarefas básicas tais como cálculos, traduções e jogar jogos, os mais recentes já introduzem muitas mais funcionalidades sendo autênticos computadores. Maioria dos *smartwatches* correm apenas aplicações, enquanto uma percentagem mais pequena e mais recente corre também sistemas

³⁸ <http://www.android.com/versions/kit-kat-4-4>

³⁹ <https://www.apple.com/pt/ios/ios8>

⁴⁰ <http://www.windowsphone.com/pt-pt/how-to/wp8/basics/whats-new-in-windows-phone>

⁴¹ <http://us.blackberry.com/software/smartphones/blackberry-10-os.html>

⁴² <http://www.ztedevices.com>

⁴³ <http://www.huawei.com>

⁴⁴ <http://www.lenovo.com>

operativos. Existem ainda alguns modelos que permitem receber e realizar chamadas [Apple, 2014a] [SonyMobile, 2014]. Estes dispositivos podem incluir recursos como a câmara digital, acelerómetro, termómetro, altímetro, barómetro, bússola, calculadora, telemóvel, ecrã tátil, GPS, alto-falante, possibilidade de utilizar cartões de memória como memória de armazenamento. Normalmente têm uma bateria recarregável. Há ainda a possibilidade de comunicar com outros dispositivos tais como smartphones através de Bluetooth, por exemplo [Apple, 2014a] [SonyMobile, 2014].

Existem *smartwatches* que tem as funcionalidades mais vocacionadas para o desporto e atividades físicas, sendo similares às dos relógios GPS (ver ponto 4.1.4.1).

De forma similar a um computador, um *smartwatch* pode recolher informação de sensores internos ou externos, como os referidos anteriormente. Pode também controlar ou obter dados de outros dispositivos assim como suportar tecnologias tais como Wi-Fi, Bluetooth e GPS. No entanto regra geral este serve apenas como um *front end* para um sistema remoto [Apple, 2014a] [SonyMobile, 2014].

Embora a maioria dos modelos *smartwatch* mais recentes serem completamente funcionais como produtos autónomos [Samsung, 2014], muitos fabricantes recomendam que os consumidores comprem smartphones que utilizem o mesmo sistema operativo, de forma a que os dois dispositivos possam ser sincronizados e usufruírem de todas as funcionalidades [Apple, 2014a]. O *smartwatch* pode funcionar como uma extensão ou controle remoto do smartphone e alertar o utilizador para comunicações de dados, tais como chamadas, mensagens, e-mails entre outros [Apple, 2014a] [SonyMobile, 2014].



Figura 11 - Exemplo de Smartwatches⁴⁵

Alguns fabricantes de *smartwatches*:

- Apple Inc.;
- Samsung;
- Sony;
- Motorola;
- Pebble⁴⁶;
- LG.

⁴⁵ Adaptado do site do fabricante

⁴⁶ <https://getpebble.com>

4.1.3 Fitness Trackers

Os *fitness trackers* têm algumas semelhanças com os *smartwatches*, como as que podem ser vistas a seguir, começando pelo facto de na sua maioria serem utilizados como pulseiras.

Estes dispositivos móveis servem, como o nome indica, principalmente para seguir (controlar/monitorizar) o fitness e atividades diárias das pessoas que os utilizam. Na sua grande maioria, este tipo de dispositivos controla o número de passos dados, as calorias consumidas, a distância percorrida, o tempo de duração de um determinado exercício, tendo também em grande maioria deles um monitor de sono [Withings, n.d.] [MyBasis, n.d.] [Jawbone, n.d.]. Existem alguns que além dessas funcionalidades todas ainda têm monitor de frequência cardíaca [Withings, n.d.] [MyBasis, n.d.].

Muitos destes dispositivos necessitam estar interligados através de Bluetooth Smart (ver 4.4.1) com um smartphone (normalmente com SO iOS, ou Android), que terá uma aplicação móvel adequada ao dispositivo, de forma a se conseguir tirar uma maior proveito dos mesmos [Jawbone, n.d.]. Noutras situações poderá permitir a sincronização do dispositivo com outras aplicações existentes no mercado, relacionadas com fitness e saúde [Withings, n.d.] [Fitbit, n.d.]. Além disto é possível fazer a sincronização posteriormente para um smartphone, ou para uma página web através de uma conta online [Fitbit, n.d.] [Withings, n.d.].

Existem outros aspetos importantes como é o caso da bateria, que na maioria das vezes é recarregável e tendo a duração de 3 a 14 dias, dependendo das funcionalidades utilizadas, e do tipo de dispositivo [Samsung, n.d.] [Withings, n.d.]. Noutras situações, as baterias substituíveis, com durações de meses [Garmin, n.d.a]. O facto de ser resistente à água (e.g.: ser possível utilizar no banho) [Fitbit, n.d.], ou mesmo à prova de água (e.g.: ser possível utilizar a nadar) [Garmin, n.d.b], são características também interessantes a ter em consideração e existentes nestes dispositivos.

A nível da interface, usualmente todos têm um histórico de dias assim como estatísticas atuais e anteriores [Samsung, n.d.], quer seja no dispositivo, ou depois de descarregadas para uma plataforma online. Existem dispositivos que têm ecrã, onde é possível ver as várias informações, desde passos dados, calorias consumidas, alertas (que poderão ser também vibratórias em alguns casos) [Fitbit, n.d.], ou até mesmo chamadas, mensagens e outras, provenientes do smartphone a que se encontra interligado [Garmin, n.d.b]. Uma funcionalidade também usualmente incorporada neste tipo de dispositivos é o chamado *Goal Tracking*, através da qual os utilizadores podem ver a percentagem de conclusão de um objectivo que tenham criado (desde calorias consumidas, distância andada, passos dados) [Withings, n.d.] [MyBasis, n.d.] [Fitbit, n.d.].



Figura 12 - Exemplo de Fitness Trackers⁴⁷

Alguns fabricantes de *fitness trackers*:

- Garmin;
- Samsung;
- Polar;
- Nike;
- Adidas;
- Jawbone;
- Fitbit;
- Withings.

4.1.4 Dispositivos GPS

Os dispositivos GPS têm vários graus de mobilidade. A maioria dos dispositivos utilizados tem características similares aos dispositivos móveis referidos. Dependendo do tipo de dispositivo, poderão ser de pequenas dimensões, a maioria das vezes com um ecrã táctil, permitindo em alguns casos a sua utilização mesmo com luz forte direta do sol, têm uma capa resistente, e muitas vezes são também à prova da água. Podem ainda ter uma câmara que lhes permite tirar fotografias que ficam georreferenciadas. Normalmente, está ainda associada bateria que os faz poderem ser utilizados durante várias horas. Este tipo é utilizado nas mais variadas situações, desde a ajuda na indicação do percurso em caminhadas, atividades desportivas ou outras atividades como é o exemplo de jogos que recorrem ao uso do GPS [Garmin, 2014b].

Existem depois dispositivos GPS que são fabricados de forma a serem utilizados principalmente em carros. De características similares, no entanto menos resistentes, e regra geral a autonomia da bateria bastante inferior, visto que também têm a possibilidade de serem carregados enquanto em andamento [Garmin, 2014b]. Muitas vezes já se encontram integrados nos carros [Deco Proteste, 2014].

Para além destes existem dispositivos GPS com características militares, que são similares aos referidos, mas normalmente mais robustos e com outro tipo de características mais técnicas e adequadas às situações militares [Trimble, 2014].

⁴⁷ Adaptado do site do fabricante

Estes dispositivos vêm normalmente com mapas. Têm muitas vezes a chamada navegação *turn-by-turn*, que dá a indicação de navegação em estrada através de texto, som ou gráficos. Dependendo do tipo de dispositivo poderá ter incorporado o tráfego existente no percurso que se encontra a realizar, sugerindo alternativas a este caso este seja muito intenso. Além disto, existem normalmente os chamados pontos de interesse que dão informação aos utilizadores de locais como restaurantes, bombas de gasolina, hotéis, atrações turísticas entre muitos outros [Garmin, 2014b] [Garmin, 2014c].

Outra versão para estes dispositivos é o caso dos que necessitam de estar ligados a um computador para funcionarem (sendo apenas o recetor incluindo a antena), e em que o computador fornece o resto, ecrã, mapas, ou outras aplicações necessárias [USGlobalSat, 2014].

Muitos destes dispositivos permitem ainda guardar registos de percursos feitos, que poderão posteriormente ser descarregados ou utilizados noutras situações [Garmin, 2014b]. Um desses exemplos são os *sport watches* (referidos em 4.1.4.1) que são muito utilizados por desportistas.



Figura 13 - Exemplo de dispositivos GPS⁴⁸

4.1.4.1 Sport Watches

Os relógios GPS são feitos especialmente para desportistas e praticantes de atividades físicas. As funcionalidades existentes podem ir desde programas de treino, tempo de voltas, velocidade, seguimento GPS, computador de mergulho, compatibilidade com monitor de frequência cardíaca, assim como a compatibilidade com transição entre desportos, como é o caso do triatlo (natação, ciclismo, corrida) [TechRadar, 2013].

Conforme já foi referido, podem ser utilizados para gravar informação das atividades praticadas, podendo posteriormente a informação ser enviada para um computador pessoal

⁴⁸ Adaptado do site do fabricante

ou online de forma a criar um registo dos exercícios praticados. Existe ainda a possibilidade de em alguns deste relógios se inserirem coordenadas e colocar a navegar para um ponto, quer seja através de um mapa ou apenas de uma bússola [TechRadar, 2013].



Figura 14 - Exemplo de Sport Watches⁴⁹

4.2 Aplicações Móveis

Uma aplicação para dispositivos móveis, normalmente conhecida pelo seu nome abreviado, app [ADS, 2010], é software desenvolvido para ser instalado e correr em smartphones, tablets, ou outros dispositivos móveis. As aplicações estão normalmente disponíveis nas lojas virtuais online, que variam conforme o tipo de sistema operativo, tais como a App Store, Google Play, Windows Phone Store, e BlackBerry App World já referidas anteriormente. Existem aplicações grátis (que em regra geral têm publicidade associada, tendo também menos funcionalidades que as pagas) e pagas (que normalmente não têm publicidade associada, tendo também mais funcionalidades) [Gordon, M., 2013], que podem ser descarregadas através das respetivas lojas, para os dispositivos em questão (iPhone, Android, Windows Phone e BlackBerry).

Numa fase inicial as aplicações móveis foram criadas com o intuito de servirem de suporte à produtividade como era o caso de aplicações como o correio electrónico, calendários, gestão dos contactos entre outras similares. No entanto, devido à crescente procura, vontade e necessidade de se evoluir, começaram a surgir para outras categorias, é o caso dos jogos, do GPS, informação meteorológica, ligações às redes sociais, existindo ainda aplicações em todo o tipo de áreas, desde mercado de ações, saúde, desporto, etc.. Este crescente aumento do número e variedade de aplicações serviu como fonte de estímulo à investigação e consequente criação de inúmeras aplicações de forma a que dessem resposta às mais diversas necessidades dos utilizadores [Appscend, 2013][Falconer, S., 2013].

O desenvolvimento das aplicações móveis tem em atenção o tipo de dispositivos, as características dos mesmos, tais como o facto de estes funcionarem através de uma bateria, de os processadores serem inferiores aos dos computadores pessoais, de terem funções de localização e câmara por exemplo. É ainda necessário ter em consideração as dimensões dos ecrãs e restantes especificações de hardware que variam bastantes mesmo dentro de produtos da mesma marca. Além disso, o desenvolvimento de aplicações para dispositivos móveis, envolve processos mais ou menos complicados, onde a complexidade destes é o

⁴⁹ Adaptado do site do fabricante

reflexo da experiência do criador e proporcional à estrutura e às configurações do software a ser produzido, ao número de dispositivos distintos em que estas vão operar, assim como às especificações do hardware já referidas e às plataformas que as vão disponibilizar. As aplicações móveis são regra geral testadas em ambiente de desenvolvimento utilizando emuladores e só posteriormente são feitos testes de campo. Os emuladores acabam por ser uma forma barata de os programadores testarem as aplicações quando estes não têm acesso aos vários tipos de dispositivos onde as aplicações vão correr. É preciso, igualmente, submeter as atualizações e avaliar a necessidade de possíveis modificações mais ou menos extremas dentro de cada plataforma [Iversen, J., 2013] [McWherter, J., 2012].

Tendo em atenção o que foi dito anteriormente, existem várias etapas a considerar aquando da criação de uma aplicação móvel, como o propósito da mesma, se vai ser uma aplicação grátis ou paga, ou ambas, em que plataformas será disponibilizada, em que tipo de dispositivos vai ser possível utilizá-la.

Visto o principal foco deste trabalho estar relacionado com as aplicações móveis utilizadas em atividades físicas, a próxima secção (4.2.1) faz referência às três aplicações mais descarregadas para os vários sistemas operativos.

4.2.1 Aplicações utilizadas em atividades físicas

Das várias aplicações existentes dentro desses parâmetros, as mais conhecidas e utilizadas são as apresentadas na Tabela 10.

Tabela 10 - Aplicações mais relevantes utilizadas em atividades físicas⁵⁰

Aplicação	Android		iPhone		Windows Phone	
	Downloads* ¹	Classificação* ²	Downloads	Classificação	Downloads	Classificação
Runtastic	12000	7,8	8400	7,5	6800	7,9
Nike + Running	8500	6,9	11000	7,5	não existe	---
Runkeeper	11000	7,6	9400	7,6	descontinuado	---
Endomondo	11000	7,7	3200	7,4	2200	7,8
MapMyRun	4400	7,2	11000	7,1	41	3,8
Sports Tracker	3500	7,9	2800	7,8	847	6,9
Strava	3000	7,7	4100	7,8	não existe	---

*¹ – milhares de downloads; *² - 0 a 10 (0-Mau, 10-Excelente)

Destacam-se das aplicações na tabela a Runtastic, Nike + Running, Runkeeper, por serem as mais descarregadas principalmente para o sistema Android e iPhone. Quanto ao Windows Phone este não irá ser tomado em conta pois as aplicações são inexistentes ou o número de downloads não é significativo comparativamente com os do Android e iPhone. Desta forma o principal foco incidirá sobre as três aplicações referidas atrás e para os sistemas Android e iPhone.

⁵⁰ Tabela construída tendo por base o site <http://xyo.net> é um site de pesquisa de aplicações e estatísticas das mesmas para os vários tipos de sistemas operativos de dispositivos móveis. Relativamente a aplicações Android e Windows Phone as estatísticas conseguidas têm uma percentagem de exatidão bastante elevada. Já quanto ao iPhone existe uma pequena margem de erro, segundo o site, devido à privacidade de alguns dados da Apple.

4.2.1.1 Runtastic

A Runtastic é uma aplicação orientada para o desporto e atividades físicas (como corrida, ciclismo e caminhada), utilizando a tecnologia GPS para ajudar a construir hábitos de vida saudáveis e alcançar objetivos de exercício.

Pertence à empresa runtastic GmbH e é disponibilizada para sistemas Android, iPhone, Windows Phone e BlackBerry. As versões existentes variam conforme o tipo de sistema que nos encontrarmos a utilizar. Para Android a versão mais recente existente é a v. 5.0.1, que data de 03 de julho de 2014, sendo a do iPhone a 5.2 datada de 24 de julho de 2014.

Apesar de versões diferentes, as características principais entre os diferentes sistemas são basicamente as mesmas, destacando-se as seguintes funcionalidades:

- mapear os treinos em tempo real com o uso do GPS do dispositivo, e monitorizar o progresso a nível de tempo, distância, velocidade, ritmo, calorias, altitude, etc;
- *live tracking* que permite mostrar online a outros utilizadores o treino a decorrer;
- apresentação dos treinos diários e métricas;
- configuração do ecrã de forma a mostrar as estatísticas preferidas;
- estatísticas mensais;
- mostrar mapa de treinos anteriores (Google Maps);
- gráficos com informações de altitude, ritmo e velocidade e ritmo cardíaco quando usado medidor de frequência cardíaca;
- análise da performance com divisão do tempo;
- escolha de objetivos por tempo e distância;
- cálculo preciso de ganho ou perda de elevação;
- opção de escolha vários tipos de atividades;
- métrica mensal e total de distância, número de treinos, duração e calorias;
- fotografias dos treinos;
- vários idiomas (a quantidade depende do sistema operativo);
- integração do leitor de música (tem que ser descarregado à parte);
- planos de treino (no entanto pagos à parte);
- partilha das atividades e progresso através do runtastic, facebook, twitter, email ou Google+ (este apenas no Android).

Tendo em atenção que as funcionalidades descritas anteriormente são grátis, existem outras que poderão ser obtidas quando a aplicação é paga (Runtastic PRO). Destacam-se as seguintes:

- treinador áudio, com feedback baseado nas preferências pessoais;
- *auto pause*, quando há paragem do movimento;
- criação ou procura de percursos online podendo ser sincronizados com o dispositivo móvel;
- competição contra atividades realizadas anteriormente;
- traços coloridos nos percursos, indicando mudanças de ritmo, elevação, inclinação durante o treino;

- recurso à *powersong* (música preferida para situações onde necessita motivação);
- objetivos do treino, selecionando zonas de ritmo cardíaco, objetivos de calorias ou ritmo pretendidos;
- acrescentadas estatísticas semanais e anuais e totais;
- intervalos de treino e divisão dinâmica das tabelas;
- georreferenciação das imagens tiradas durante a atividade e visualização online das imagens no mapa;
- informações de tempo, temperaturas, nascer e por do sol;
- livre de publicidade.

Posteriormente através da comunidade online⁵¹, gravando as atividades, é possível ter análises adicionais. É ainda possível visualizar planos de treino existentes para objetivos específicos, encorajar outros utilizadores ou fazer apenas comparações das atividades com as deles.

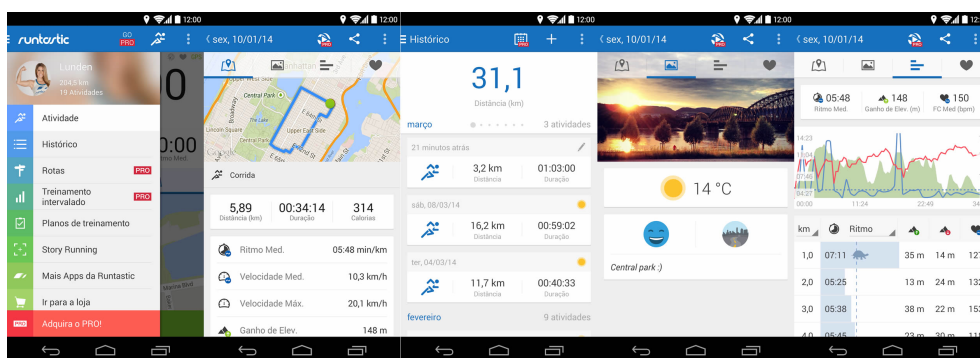


Figura 15 - Exemplo de ecrãs da aplicação Runtastic (versão Android)⁵²

4.2.1.2 Nike + Running

A aplicação Nike + Running é, de forma similar à Runtastic, uma aplicação orientada também o desporto e atividades físicas, neste caso especialmente para a corrida. Recorre também à tecnologia GPS para ajudar a controlar os objetivos dos treinos ou desafios.

Pertence à Nike e é disponibilizada para sistemas Android e iPhone, não existindo para o Windows Phone e BlackBerry. As versões existentes variam conforme o tipo de sistema que a utilizar. Para Android a versão mais recente existente é a v. 1.4.1, que data de 22 de julho de 2014, sendo a do iPhone a 4.5.6 datada de 25 de agosto de 2014.

Apesar de versões diferentes, as características principais entre os diferentes sistemas são basicamente as mesmas, destacando-se as seguintes funcionalidades:

- funciona no interior ou exterior, socorrendo-se dos acelerómetros no caso de estar a ser usada no interior e do GPS no exterior;
- registo de métricas a cada quilómetro;

⁵¹ Ver: <https://www.runtastic.com>

⁵² Adaptado de: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.runtastic.android&hl=pt_PT

- feedback áudio ao longo da corrida;
- partilha das corridas ao longo do trajeto;
- permite o feedback de outros utilizadores;
- recurso à *powersong* de forma similar ao Runtastic;
- competição entre utilizadores;
- desafios Nike +, onde é possível desafiar outros utilizadores;
- correr por objetivos de distância, tempos, ou recordes pessoais;
- estatísticas de distâncias, nº de corridas, tempos, ritmos/velocidade calorías, NikeFuel;
- possibilidade de tirar fotografia;
- planos de treino integrados;
- leitor de música integrado;
- adicionar notas aos treinos;
- visualização do percurso no mapa;
- traços coloridos nos percursos, indicando mudanças de ritmo no treino.



Figura 16 - Exemplo de ecrãs da aplicação Nike + Running (versão iPhone)⁵³

4.2.1.3 Runkeeper

A aplicação Runkeeper é também uma aplicação orientada para o desporto e atividades físicas. Uma aplicação que recorre ao uso da tecnologia GPS de forma a tornar os dispositivos móveis em *personal trainers*.

A Runkeeper foi criada pela empresa FitnessKeeper, Inc. e é disponibilizada para os sistemas Android e iPhone.

A versão do iPhone, com data de 17 de julho de 2014, é neste momento a v. 4.7.1 ao contrário da do Android que é a v. 4.6.5, com data de 15 de julho de 2014.

Mesmo existindo versões diferentes para os diferentes sistemas, as funcionalidades encontradas em ambos são regra geral as mesmas, destacando-se as seguintes:

- cálculo ritmo, distância, elevação, consumo de calorías com grande precisão e em tempo real;
- visualização no mapa em tempo real da localização;

⁵³ Adaptado de: <https://itunes.apple.com/pt/app/nike+-running/id387771637?mt=8>

- procura e utilização de rotas pré estabelecidas;
- seguimento de planos de treino existentes ou possibilidade de criação de planos de treino próprios com feedback áudio;
- estatísticas detalhadas sobre ritmo, distância e tempo;
- feedback áudio sobre estatísticas, progresso, e dicas de treino;
- fotografias para guardar ou partilhar em cada treino;
- medição da evolução ao longo do tempo;
- detalhe do histórico das atividades;
- notificações sempre que é atingido um novo record pessoal ou objetivo;
- comparação de progresso com objetivos ou metas;
- partilha de atividades, metas e planos no Facebook, Twitter e em RunKeeper.com;
- possibilidade de uso de monitores de frequência cardíaca;
- integração com o leitor de música do dispositivo móvel;
- integração com *smartwatches*;
- integração de dados de atividades com aplicações e serviços, incluindo Fitbit, Withing, Zeo, Garmin, entre outros, por forma a obter um conhecimento aprofundado do seu estado físico.

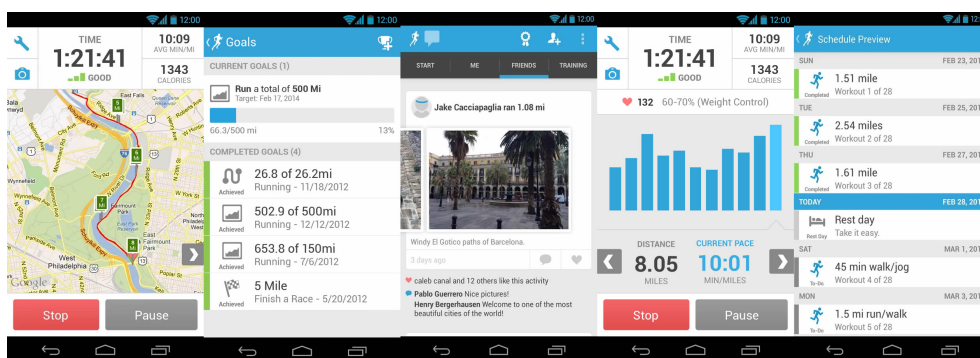


Figura 17 - Exemplo de ecrãs da aplicação Runkeeper (versão Android)⁵⁴

4.3 Sensores utilizados em atividades físicas

De forma a permitir o maior proveito das aplicações/dispositivos existentes para a prática de atividades físicas, foram surgindo novas tecnologias e equipamentos. É o caso de sensores como:

- sensores de frequência cardíaca;
- sensores de velocidade/cadência bicicleta.

4.3.1 Sensores de frequência cardíaca

Os monitores de frequência cardíaca são utilizados por muitos dos praticantes de atividades físicas, quer seja para uma análise posterior, ou para controlarem os seus treinos baseando-se nos batimentos cardíacos.

⁵⁴ Adaptado de: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.fitnesskeeper.runkeeper.pro&hl=pt_PT

Normalmente os monitores de frequência cardíaca são compostos por dois elementos: o emissor e o recetor. O emissor encontra-se na maioria dos casos numa cinta que é colocada ao peito e o recetor poderá ser um smartphone, um relógio GPS, um *smartwatch* ou outro equipamento que se consiga interligar e guardar a informação.

Relativamente às cintas, para que se obtenham bons resultados, precisam de ser humedecidas. No entanto, existem cintas mais recentes já criadas com o chamado tecido condutor inteligente com microprocessadores incluídos que analisam o batimento cardíaco. Existem ainda monitores de frequência cardíaca que não recorrem à cinta colocada no peito, mas sim a uma luva colocada no dedo ou um relógio onde existem pontos de contacto que ajudam a medir a frequência cardíaca [Strapless, n.d.]. O futuro *Apple Watch* também já terá um monitor de frequência cardíaca que neste caso recorre a LEDs (*Light Emitting Diode*) de luz visível e infravermelha assim como foto sensores, que ao trabalharem em conjunto detetam a frequência cardíaca [Apple, 2014b].



Figura 18 - Sensores de frequência cardíaca⁵⁵

Existem também sutiãs de desporto⁵⁶ para mulheres com sensores integrados, que permitem a interligação com equipamentos para a sua leitura, de forma similar aos referidos anteriormente.

As tecnologias usadas na comunicação entre o emissor e o recetor podem variar de equipamento para equipamento. No entanto todas têm por base sinais rádio de baixo consumo, como por exemplo o BLE (*Bluetooth Low Energy*) também conhecido por Bluetooth Smart (ver 4.4.1) ou ANT (ver 4.4.2), sendo enviado um sinal, que pode ser codificado para que não haja interferências com outros equipamentos similares.

4.3.2 Sensores de velocidade/cadência

Os sensores de cadência/velocidade foram desenvolvidos principalmente para o uso dos ciclistas, permitindo-lhes medir a cadência/velocidade com que pedalam. Além de medir a

⁵⁵ Adaptado do site do fabricante

⁵⁶ Exemplo: <http://www.sensoriafitness.com/sensoria-fitness-sports-bra-heart-rate-monitor>

cadência, geralmente medem também as rotações efetuadas num determinado período de tempo (normalmente um minuto) pela roda traseira onde geralmente é colocado.

Dependendo do tipo de sensores pode-se ter três tipos de informações:

- sensor de velocidade que devolve a velocidade e distância de um percurso baseado na circunferência da roda;
- sensor de cadência que devolve o número de rotações por minuto (RPM) do pedal;
- combinação dos sensores anteriores que devolve os dois tipos de informação referidos.

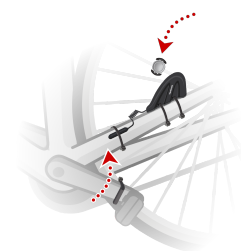


Figura 19 - Aplicação se sensores de cadência/velocidade⁵⁷

Essas medições são realizadas através da deteção do movimento de dois ímanes, um colocado no braço do pedal, que mede a cadência, e um outro colocado num raio da roda traseira que mede a velocidade, tendo em atenção o diâmetro. Existe um pequeno sensor que precisa de ser ligado à escora inferior da bicicleta e que deteta o movimento dos ímanes [Figura 19] [TomTom, 2013].

Noutros modelos o funcionamento não requer o uso de ímanes. Existem dois sensores, um de cadência, colocado no braço do pedal que usa um acelerómetro interno para contar o número de rotações, e um de velocidade que é colocado no cubo da roda que funciona de forma similar através de um acelerómetro [Rainmaker, 2014]

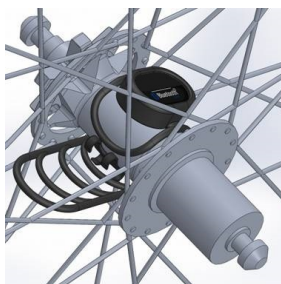


Figura 20 - Sensor de velocidade acoplado ao cubo da bicicleta⁵⁸

Dependendo do tipo de sensor e a sua tecnologia, a informação é transmitida sem fios através de Bluetooth Smart ou ANT [TomTom, 2013][Goodrich, R., 2013].

⁵⁷ Adaptado de: <http://www.tomtom.com>

⁵⁸ Adaptado de: <https://www.indiegogo.com>

Tendo em atenção que o GPS poderá estar a ser utilizado para medir as velocidades e distâncias, ao utilizar os sensores de cadência/velocidade, o seu cálculo acaba por ser mais preciso.

4.4 Tecnologias dos sensores utilizados em atividades físicas

Os sensores referidos em 4.3, entre outro tipo de sensores, recorrem a tecnologias de baixo consumo de energia e potência. Entre as quais destacam-se as a seguir descritas: Bluetooth Low Energy (Bluetooth Smart) e ANT.

4.4.1 Bluetooth Low Energy (Bluetooth Smart)

O BLE, comercializado como Bluetooth Smart, é uma versão de baixo consumo de energia e potência do original Bluetooth, compatível com equipamentos Bluetooth V 4.0. [Bluetooth, n.d.].

O Bluetooth Smart para conseguir obter um consumo tão baixo de energia utiliza um conjunto de métodos técnicos e de rádio. O protocolo de dados foi alterado de forma a criar ciclos de transmissões curtos ou saltos de transmissão muito curtos durante grandes períodos. A adicionar, os extremamente baixos consumos de energia em modo de suspensão, permitem que o Bluetooth Smart funcione durante vários anos [Bluetooth, n.d.].

O BLE utiliza a mesma largura de banda que o Bluetooth (2,4 a 2,483 GHz), utilizando no entanto, um modo de salto diferente. Enquanto o Bluetooth salta a uma taxa de 1600 saltos por segundo em canais amplos de 791 MHz, o BLE através do FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*) emprega canais amplos de 402 MHz de forma a garantir confiabilidade em distâncias mais longas. Ao contrário do Bluetooth, que oferece taxas de transmissão na ordem dos 1, 2 ou 3 Mbits/s, a taxa máxima com o BLE é de 1 Mbit/s com um rendimento líquido de 260 kbits/s. O BLE também utiliza a GFSK (*Gaussian Frequency Shift Keying*). Outras das características do BLE, 1 mW de potência de saída e um alcance máximo em condições ótimas de 50 m. A sua latência é de 6 ms. A combinação de uma técnica de salto por frequência, já referido anteriormente, que faz com que as interferências sejam evitadas, assim como a verificação de redundância cíclica (CRC) de 24 bits e uma mensagem de 32 bits para verificar a integridade, melhorando assim a integridade do link. Com uma segurança de 128 bit AES (*Advanced Encryption Standard*). Tem ainda como configurações principais de rede a P2P (*Peer-to-Peer*) e configuração em estrela [Bluetooth, n.d.].

O BLE não é interoperável com o Bluetooth. Existem no entanto dispositivos com modo duplo, que contém ambos, onde cada um funciona separadamente partilhando a mesma antena mas nunca ao mesmo tempo. Sendo genérico, este interface pode ser utilizado com vários tipos de dispositivos, entre os quais, ligação sem fios a outros computadores, outros telemóveis, teclados, colunas, auriculares, entre outros, desde que estes suportem também a mesma tecnologia [Bluetooth, n.d.].

4.4.2 ANT

O ANT é outra tecnologia wireless de baixo consumo de energia e potência, com um alcance curto, desenhada para redes de sensores ou outras aplicações similares. Funciona na mesma largura de banda do BLE (2,4 a 2,483 GHz). O seu protocolo é desenvolvido e vendido por uma empresa canadiana, Dynastream Innovations Inc⁵⁹. As suas principais aplicações encontram-se no desporto e fitness, onde são implementadas áreas de redes pessoais para controlo de saúde e performance. No entanto, é aplicada em brinquedos, aplicações automóveis, entre outros [ANT, n.d.].

De forma similar ao BLE, o ANT usa uma técnica onde o ciclo de transmissões é muito curto, tendo também um modo de suspensão que leva a baixos consumos de energia, o que permite que a vida útil seja longa [ANT, n.d.].

Cada nó ANT pode operar como um *slave* ou *master* e pode transmitir e receber ou funcionar como um repetidor. O protocolo ANT está configurado para usar um único canal de 1 MHz para vários nós, utilizando uma técnica de TDM (*Time Division Multiplexin*). Cada nó transmite no seu intervalo de tempo, sendo a sua duração de 150 μ s, enquanto a taxa de mensagens (tempo entre transmissões) vai variar de 0,5 a 200 Hz, tendo 8 byte por mensagem. Para verificação de erros é utilizado um CRC de 16 bits. Podem ser guardados por canal 65.536 intervalos de tempo. No caso de existirem interferências os *transceivers* dos nós podem mudar de canal. Da mesma forma que o BLE, a sua modulação é GFSK [ANT, n.d.].

O ANT+ é uma componente mais recente do ANT. Esta função de software fornece interoperabilidade numa rede gerida, facilitando a coleta de dados, assim como a sua transferência, sendo ainda feito um rastreamento dos mesmos, de forma a monitorizar todos os nós e dispositivos envolvidos [ANT, n.d.].

4.4.3 Comparação das tecnologias

Conforme foi possível verificar ao longo da descrição das tecnologias, existem várias semelhanças entre as tecnologias BLE e ANT. É possível verificar através da Tabela 11. Ambas são boas escolhas para aplicações de baixos consumos de energia. A ANT tem um protocolo mais simples, com menor sobrecarga e suporta mais topologias de rede, ao contrário do BLE que apenas suporta em estrela.

No entanto continuam a existir mais fornecedores a distribuírem módulos Bluetooth do que ANT.

⁵⁹ <http://www.dynastream.com>

Tabela 11 - Comparação de características das tecnologias BLE e ANT

Tecnologia	BLE	ANT
Frequência	2,4 até 2,483 GHz	2,4 até 2,483 GHz
Topologias suportadas	P2P, estrela	P2P, estrela, árvore, malha
Modulação	GFSK	GFSK
Largura do canal	2 MHz	1 MHz
Protocolo	Mais complexo	Simples
Taxa de dados	1 Mbit/s	1 Mbit/s
Alcance	50 metros	50 metros
Segurança	AES 128-bit	Chave de 64-bit

4.5 Conclusão

Conforme foi possível observar ao longo deste capítulo, os dispositivos móveis existentes são vários. Sendo o foco principal os dispositivos móveis adequados à prática de atividades físicas, mesmo existindo uma grande variedade de dispositivos, o seu número é inferior. As características principais deste tipo de dispositivo são similares, estando muitas delas relacionadas com a sua mobilidade. Neste tipo de dispositivos podemos encontrar os smartphones, *smartwatches*, *fitness trackers*, assim como dispositivos GPS, onde estão integrados os *sport watches*, sendo também enorme a quantidade de fabricantes dos mesmos.

Este tipo de dispositivos têm associados ou podem-se interligar com aplicações relacionadas com as atividades físicas. Existem várias aplicações para a prática de atividade física, tendo aqui sido focadas as mais descarregadas das várias lojas online. Foi feita referência às suas características principais, servindo também de ponto de referência para o estudo posterior.

Além das aplicações e dispositivos, é possível em alguns casos integrar sensores, que ajudam a tirar um maior proveito destes. Aqui foram identificadas as principais características e modo de funcionamento de sensores de frequência cardíaca assim como velocidade/cadência, assim como das tecnologias utilizadas por estes para interligação com os dispositivos e aplicações móveis, como é o caso do Bluetooth Smart e ANT.

Todo este capítulo serviu de suporte para a implementação do questionário descrito no capítulo 5.

5 Estudo das expectativas dos utilizadores

De forma a analisar as diversas aplicações, usadas em dispositivos móveis, para avaliar e monitorar a prática de atividades físicas foi elaborado um questionário (Anexo B), disponibilizado online para utilizadores destas aplicações no âmbito da prática regular de exercício físico.

No inquérito proposto participaram 112 utilizadores, dos quais 104 apresentaram respostas válidas, sendo apenas estes considerados para amostra.

O inquérito foi criado utilizando a ferramenta Google Forms⁶⁰, tendo sido disponibilizado online. A sua divulgação foi feita essencialmente através das redes sociais, tendo sido partilhada em algumas páginas referentes a atividades físicas. No entanto, deve-se ter em atenção que, devido ao método de divulgação ter sido basicamente online, assim como à amostra obtida, os resultados poderão apresentar variações relativamente à realidade de uma amostra maior.

A aplicação deste questionário pretendeu demonstrar a situação geral do uso de aplicações e dispositivos para atividades físicas. O questionário consistia num total de 18 perguntas, tendo 4 delas aproximadamente 7 a 8 alíneas. O tempo aproximado para a realização do questionário era de 10 a 15 minutos.

Começando por perguntas demográficas onde se tentava identificar os principais tipos de utilizadores, baseado no sexo e faixa etária, ao tipo atividade física que praticavam. Através de perguntas de escolha única, múltipla escolha e perguntas abertas, foi pedido que se respondesse ao tipo de dispositivo/aplicação usados, passando pelo tipo de atividades praticadas e conhecidas, assim como saber o número de vezes praticadas por semana ou até mesmo ao tempo que a aplicação/dispositivo é usado para o controlo/avaliação das atividades físicas, assim como saber se já teriam utilizado outro dispositivo/aplicação. Numa

⁶⁰Disponível em: <http://www.google.com/google-d-s/createforms.html>

terceira fase, entrando em questões mais técnicas (sendo estas também de escolha única ou múltipla escolha), foram colocadas questões relacionadas com os consumos de bateria, outras funcionalidades a decorrer ao mesmo tempo que a principal.

Utilizando escalas de avaliação (1 - Má; 2 - Insuficiente; 3 - Suficiente; 4 - Boa; 5 – Excelente), foram colocadas 4 questões (com várias alíneas), mais específicas sobre os dispositivos/aplicações relacionadas com as funcionalidades dos mesmos, onde se pretendia conhecer a facilidade de interação com a aplicação, o funcionamento da aplicação a nível de funcionalidades internas, a recursos online, e em relação ao arquivo histórico e estatístico de resultados. Nestas, através de perguntas intermédias, tentou verificar-se, das funcionalidades que não se aplicavam à aplicação utilizada, quais os utilizadores gostariam que existissem. Através de uma pergunta aberta ainda se tentou saber quais as funcionalidades não referidas que os utilizadores gostavam que existissem. Assim com uma última pergunta (múltipla escolha) onde os utilizadores podiam indicar quais os critérios a ter em conta na escolha de um novo dispositivo.

Neste seguimento, este capítulo é dividido em três partes, uma primeira onde são analisadas todas as respostas (ver ponto 5.1), a segunda onde é feita uma comparação dos resultados obtidos a nível das funcionalidades com as aplicações existentes (ver ponto 0) e na terceira onde baseada no inquérito são descritas as principais funcionalidades a implementar numa aplicação.

5.1 Análise de Resultados

A análise dos resultados obtidos será apresentada, regra geral, tendo em atenção a ordem das perguntas apresentadas no inquérito. Deve-se ter em consideração que a soma das percentagens poderá dar valores ligeiramente superiores ou inferiores a 100% devido a arredondamentos.

Depois da análise dos valores obtidos através do questionário efetuado, a primeira pergunta onde os utilizadores são questionados sobre o sexo, permite verificar uma maior percentagem (85%) de utilizadores do sexo masculino a recorrer a dispositivos para a realização de atividades físicas (Figura 21).

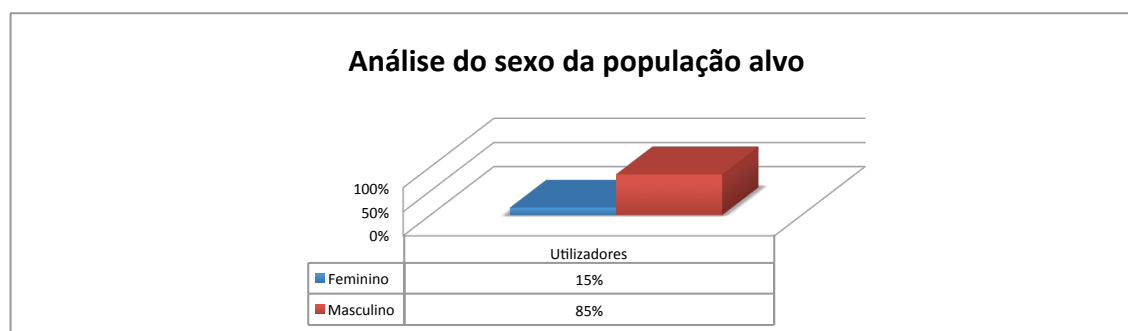


Figura 21 - Análise do sexo da população alvo

Reduzindo o número da amostra (92 utilizadores), apenas para os dispositivos considerados smartphones, essa percentagem mantém-se muito similar (87%) (Figura 22).

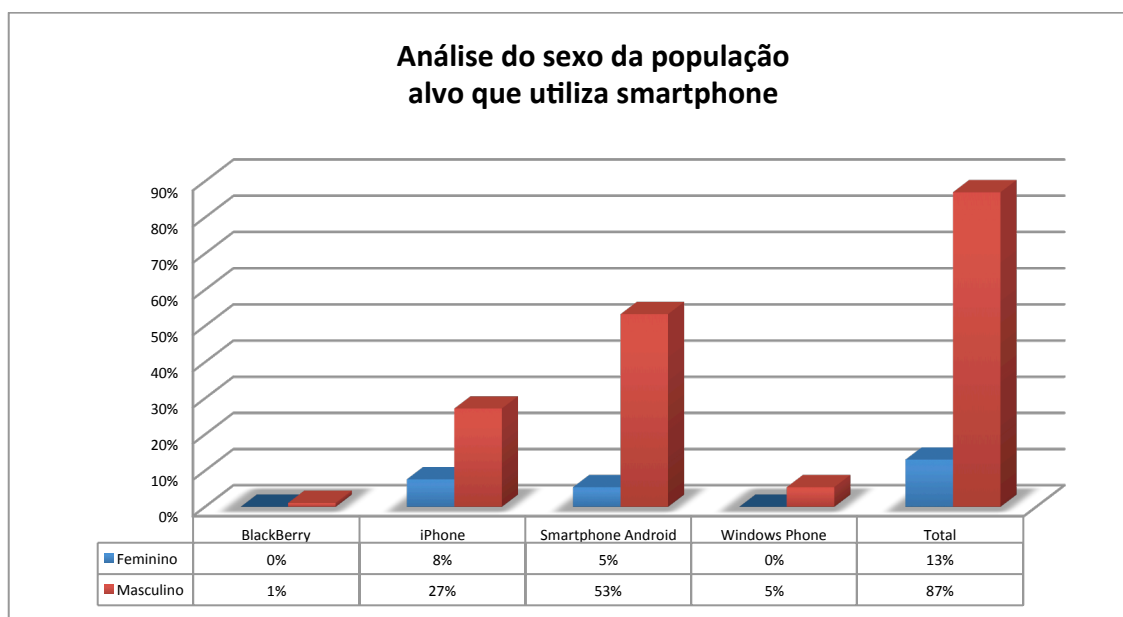


Figura 22 - Análise do sexo da população alvo tendo em conta quem utiliza apenas smartphones

Comparativamente com a penetração de smartphones no mercado nos últimos dois anos (2012 e 2013) em Portugal (Figura 23), verifica-se que a penetração é superior no sexo masculino, apesar de ser em percentagens significativamente menores, o que se poderá encontrar relacionado com o número da amostra do questionário que é inferior.

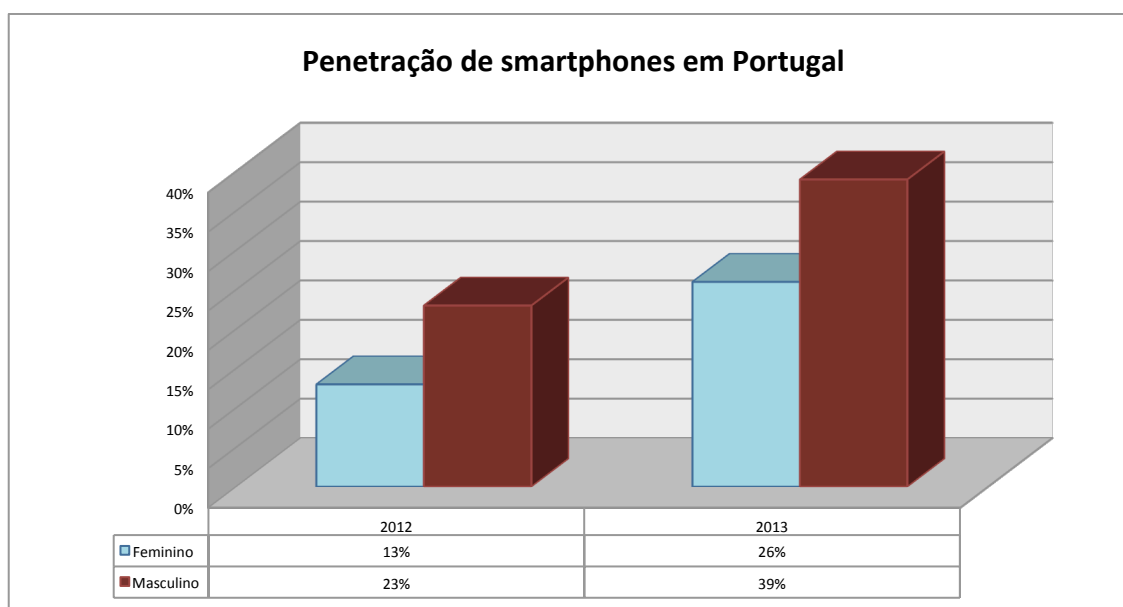


Figura 23 - Penetração de smartphones em Portugal⁶¹

⁶¹ Disponível em: <http://think.withgoogle.com/mobileplanet/en>

Através da análise deste gráfico (Figura 24), referente à segunda pergunta do questionário, pode verificar-se que a maioria dos inquiridos são pessoas que se encontram entre os 26 e os 41 anos, representando uma percentagem de 74%. Existe ainda uma percentagem significativa de 17% referente a utilizadores com idades compreendidas entre os 42 e 55 anos. Já os utilizadores entre os 18 a 25 anos representam 8% da população alvo e com valores pouco significativos encontram-se os utilizadores até aos 17 anos e com mais de 55 anos, representando 1% cada.

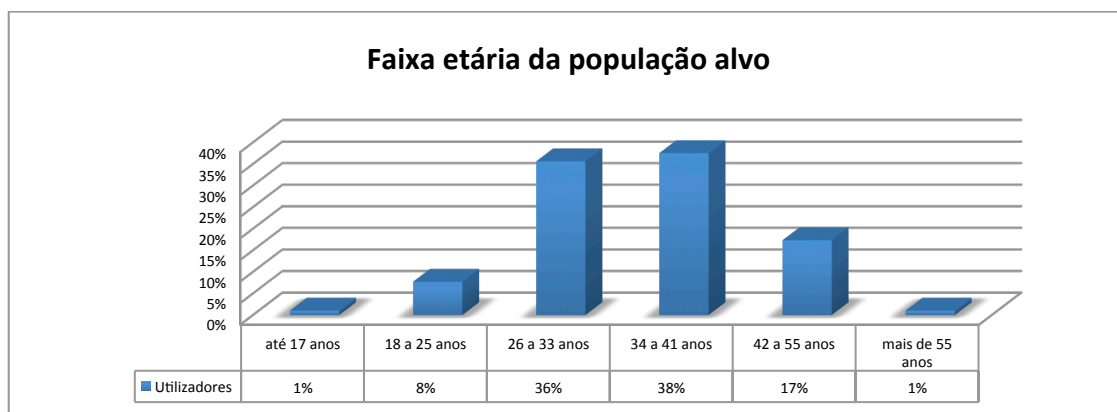


Figura 24 - Faixa etária da população alvo

Comparativamente aos valores de penetração de smartphones em 2013, por faixa etária (Figura 25), e analisando os valores de utilizadores de smartphones por faixa etária obtidos através do questionário (Figura 26), estes valores apresentam alguma discrepância, podendo-se dever ao fato da maioria das pessoas que praticam atividades físicas terem idades diferentes das que usualmente adquirem smartphones.

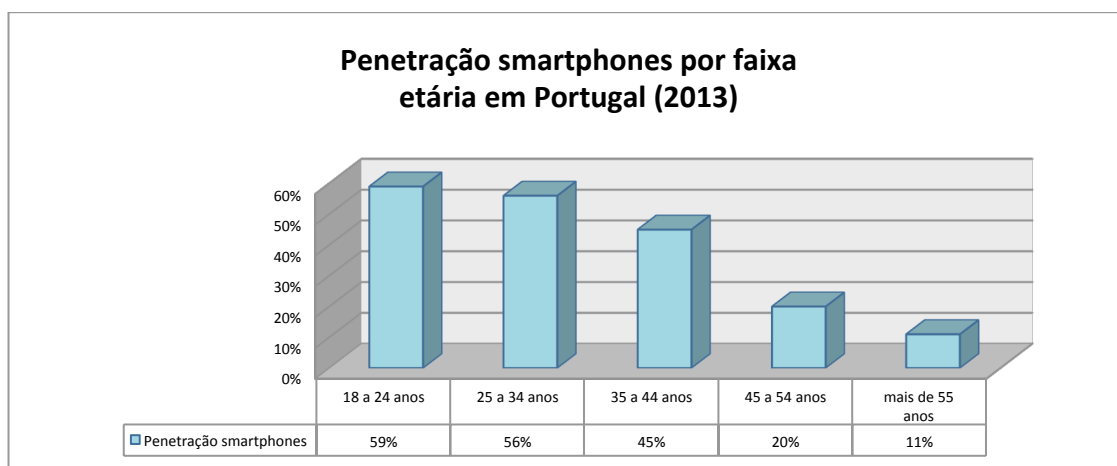


Figura 25 - Penetração de smartphones por faixa etária em Portugal (2013)⁶²

⁶² Disponível em: <http://think.withgoogle.com/mobileplanet/en>

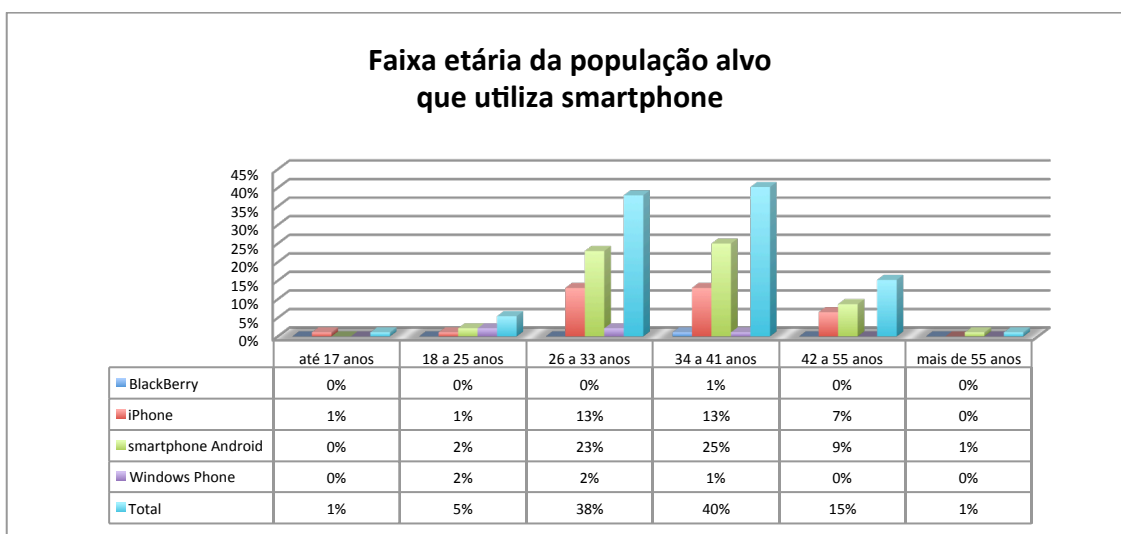


Figura 26 - Faixa etária da população alvo que utiliza smartphone

Tendo em atenção a pergunta 3 do questionário, onde os utilizadores foram inquiridos sobre o tipo de dispositivo que usavam para avaliar/controlar performance e desempenho durante a prática de atividades físicas, verificam-se os seguintes resultados.

Relativamente ao tipo de dispositivo mais usado, verifica-se ser o smartphone Android, com uma percentagem de 52%, seguido pelo iPhone com uma percentagem também significativa de 31% (Figura 27). O GPS aparece também com uma percentagem de 11% e, menos significativo, o Windows Phone com 5%. Já o BlackBerry assim como o miCoach Bundle foram apenas referidos por um utilizador.

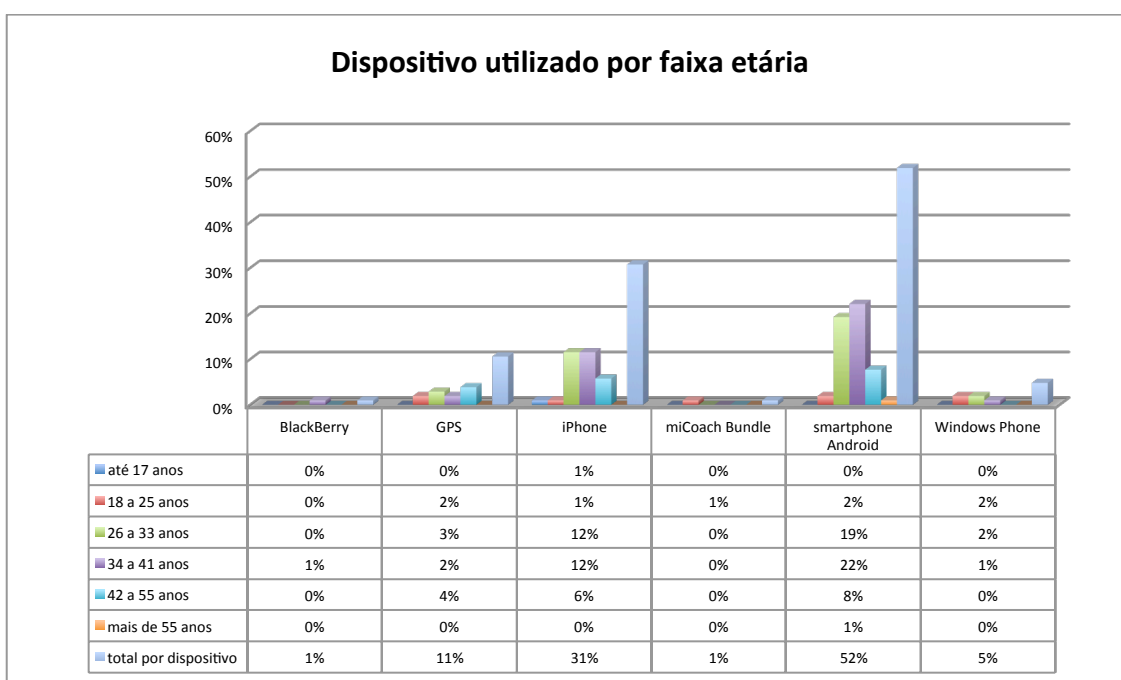


Figura 27 - Dispositivo utilizado por faixa etária

A maioria dos utilizadores, com idades compreendidas entre os 26 e 41 anos, usa smartphones Android ou iPhones. O GPS é mais usado por utilizadores na faixa etária dos 42 aos 55 anos.

Relativamente aos tablets ou mesmo *smartwatch* não se obteve qualquer resposta. Os tablets, provavelmente por terem dimensões grandes, não serão muito práticos no uso em atividades físicas, o que fará com que não sejam muito utilizados. Relativamente aos *smartwatches*, por ainda não se encontrarem muito difundidos, e ao mesmo tempo pela maioria deles ainda necessitar de uma conexão a um smartphone, poderão ser esses os motivos pelos quais não são escolhidos para a prática de atividades físicas.

Através da Figura 28, no que concerne a marcas por tipo de smartphone, verifica-se que o iPhone é aquele que apresenta uma maior percentagem (35%), seguido pela Samsung (33%).

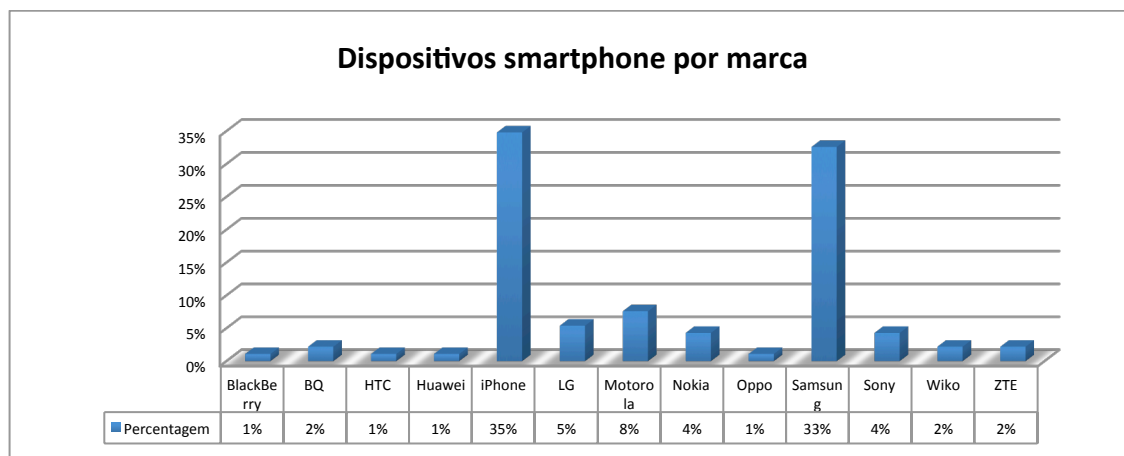


Figura 28 - Dispositivos smartphone por marca

No que se refere a dispositivos GPS, a marca mais relevante é a Garmin com 55%, seguida pela Polar e TomTom com 18% cada (Figura 29). Não foi tomado em conta o miCoach Bundle, visto não se integrar nos smartphones, apesar de poder ser sincronizado com estes, nem se integrar nos dispositivos GPS.

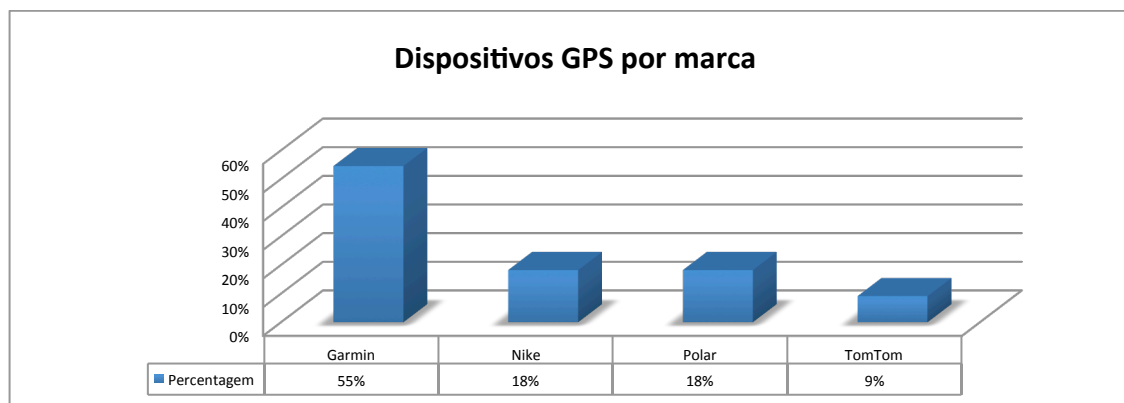


Figura 29 - Dispositivos GPS por marca

Através da pergunta 4, pretende-se identificar qual/quais os tipos de atividade mais avaliada/controlada pelo dispositivo/aplicação usada pelos utilizadores.

Os resultados encontram-se descritos na Figura 30.

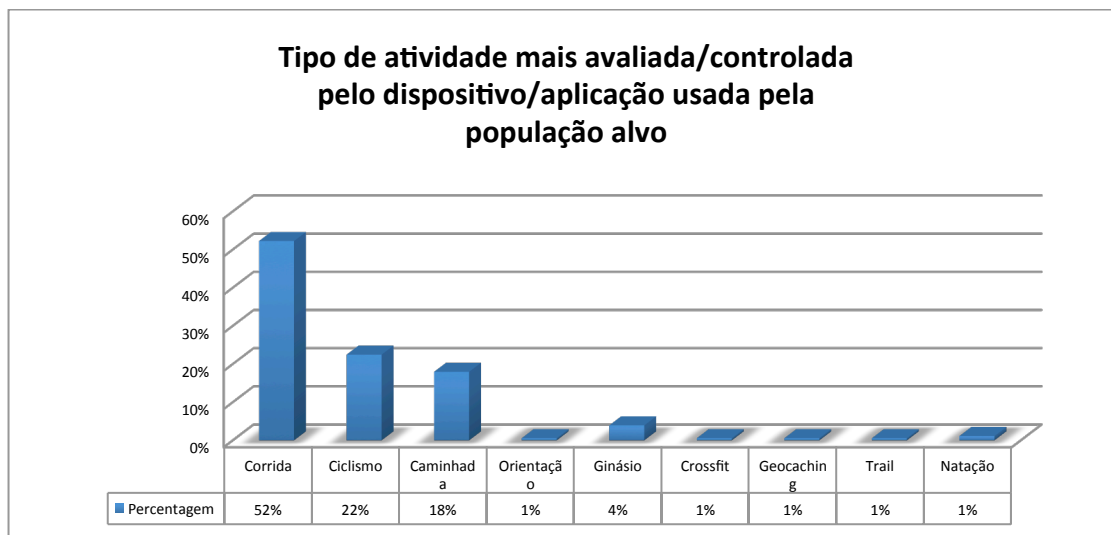


Figura 30 - Tipo de atividade mais avaliada/controlada pelo dispositivo/aplicação usada pela população alvo

Destacam-se desta forma três atividades principais: Corrida (52%), Ciclismo (22%) e Caminhada (18%).

Nestes resultados é necessário ter em atenção que apesar da maioria dos utilizadores (49%) terem escolhido apenas uma atividade, existe ainda uma percentagem que usa o mesmo dispositivo/aplicação para duas (34%) ou três (15%) atividades, sendo considerado insignificante o número de utilizadores que usam para mais de três atividades (Figura 31).



Figura 31 - Número de atividades escolhidas por cada utilizador

Com a análise da pergunta 5 pretende-se identificar qual a regularidade com que os utilizadores normalmente praticam atividade física e recorrem ao dispositivo/aplicação.

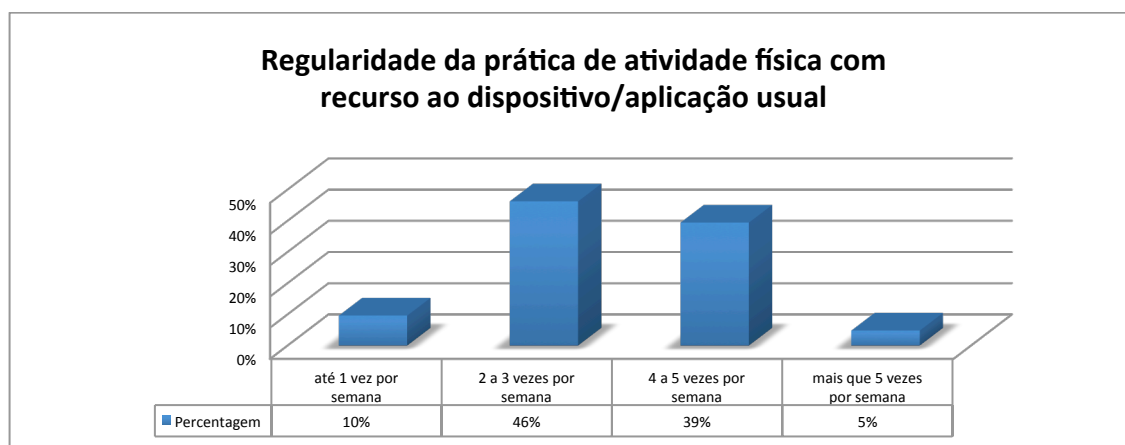


Figura 32 - Regularidade da prática de atividade física com recurso ao dispositivo/aplicação usual

Pode verificar-se que a maior percentagem (46%) o faz 2 a 3 vezes por semana, seguido por quem o faz 4 a 5 vezes por semana (39%). Já com percentagens inferiores temos quem o faça até 1 vez por semana (10%) e mais que 5 vezes por semana (5%).

Através da pergunta 6, pretende identificar-se quais as aplicações para a avaliação/controlo de atividades mais conhecidas pelos utilizadores.

Olhando para a Figura 33 pode perceber-se que maioria dos utilizadores conhece apenas uma aplicação (22%), havendo ainda uma elevada percentagem de utilizadores a conhecer 4 (19%), 5 (14%) e 6 (11%) aplicações.

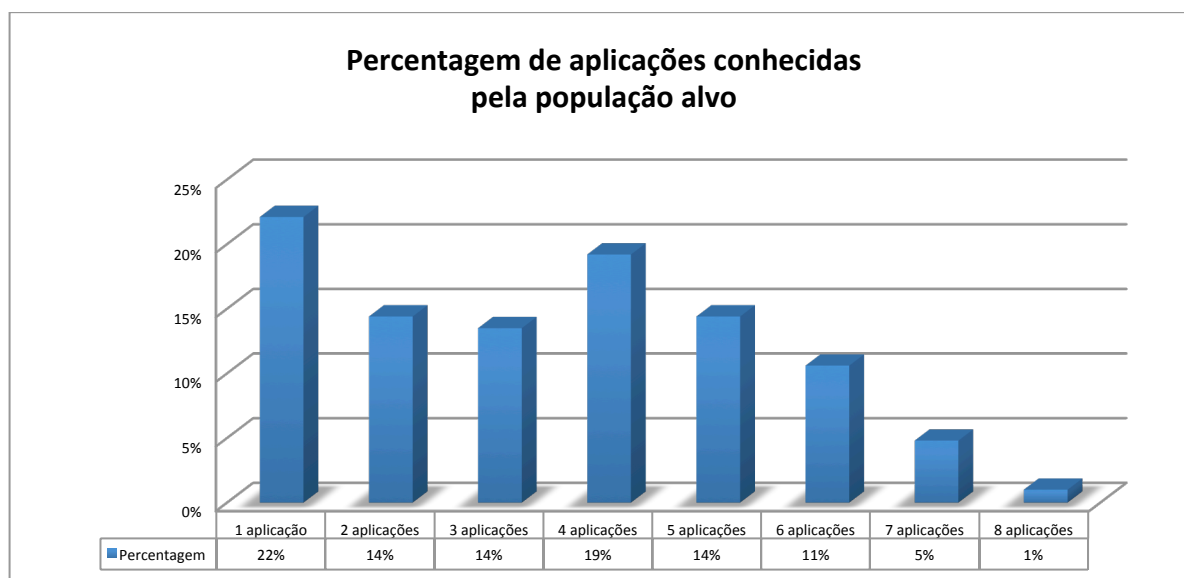


Figura 33 - Percentagem de aplicações conhecidas pela população alvo

Ao analisar as aplicações mais conhecidas, destacam-se 5 com percentagens relativamente próximas (Figura 34): Runkeeper (19%), Endomondo (18%), Nike + Running (16%), Runtastic (15%) e Sports Tracker (15%).

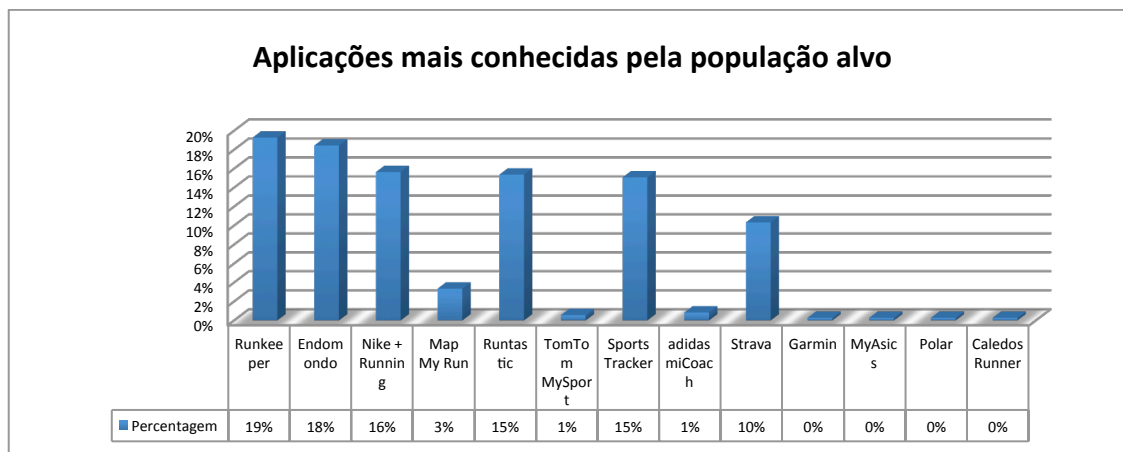


Figura 34 - Aplicações mais conhecidas pela população alvo

Existem depois aplicações com percentagens ainda significativas, como é o caso da Strava (10%). Com percentagens menos significativas temos aplicações como Garmin, Polar, MyAsics e Caledos Runner com percentagens inferiores a 1%.

Podemos verificar que as aplicações mais conhecidas são muito similares às aplicações mais descarregadas, existindo no caso das descarregadas uma maior percentagem para o Runtastic, que é a aplicação mais descarregada em vez do Endomondo que acaba por ser mais conhecido (ver 4.2.1).

De forma similar à pergunta 6, através da pergunta 7, pretende-se identificar desta vez qual a aplicação para a avaliação/controlo de atividades mais utilizada pelos utilizadores.

Olhando para a Figura 35, verifica-se que existe o Runkeeper (24%) se destaca das restantes: Endomondo (15%), Runtastic (15%), Sports Tracker (14%) e Nike + Running (11%).

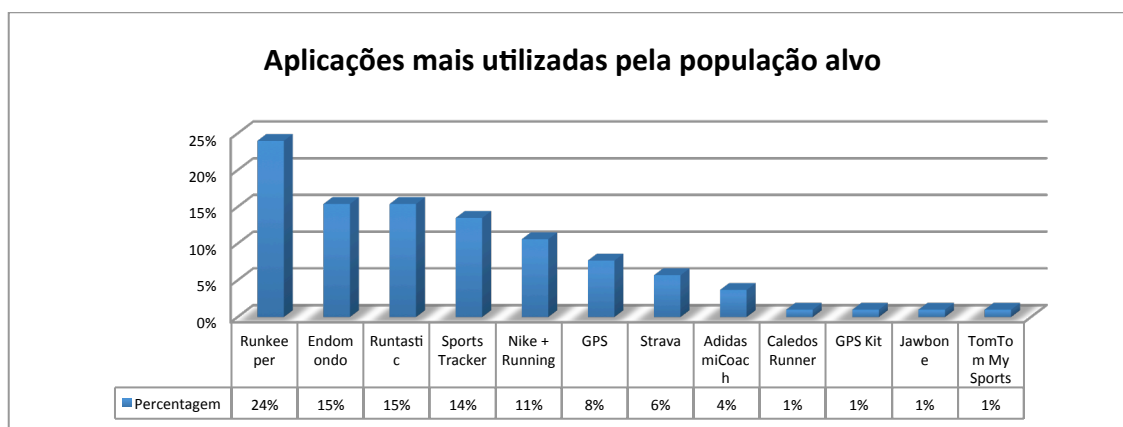


Figura 35 - Aplicações mais utilizadas pela população alvo

O GPS aparece com uma percentagem de 8%, seguido de outras aplicações com percentagens pouco significativas.

Verifica-se então que as 5 aplicações mais usadas são as mesmas que as 5 aplicações mais conhecidas, vistas no ponto anterior.

Ao compararmos as aplicações mais descarregadas com as mais utilizadas, verificamos que o Nike + Running não consta das mais utilizadas, sendo a segunda mais descarregada (ver 4.2.1). O Endomondo volta a aparecer neste caso nas aplicações mais utilizadas, sendo a quarta aplicação mais descarregada.

Ao serem analisados os resultados obtidos a partir da pergunta 8, onde se pretende conhecer a forma como os utilizadores tiveram conhecimento da aplicação que usam, conclui-se que tiveram conhecimento através de dois métodos principais. Verifica-se através da Figura 36 que a resposta que apresenta a percentagem mais elevada (45%) é que a aplicação foi dada a conhecer por amigos, já a seguinte (39%) baseia-se na pesquisa. Com percentagens menos significativas temos: em sites de saúde e atividades físicas (9%), outros (4%) e através de publicidade online (3%).

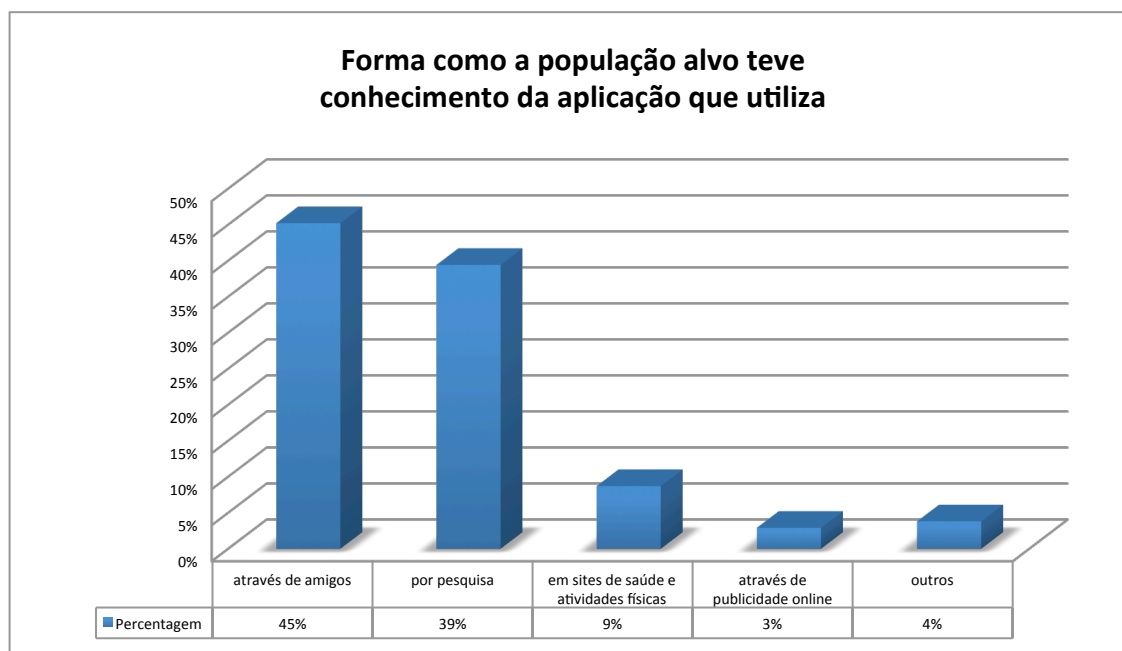


Figura 36 - Forma como a população alvo teve conhecimento da aplicação que utiliza

No que se refere há quanto tempo os utilizadores utilizam a aplicação/dispositivo, questão levantada pela pergunta 9, verifica-se que a maioria a utiliza há mais de 2 anos (29%). Com percentagens semelhantes temos também os utilizadores que a utilizam entre os 6 meses a 1 ano e 1 ano a 2 anos, com percentagens de 28% e 26% respetivamente. Os utilizadores que utilizam a aplicação/dispositivo há menos de 6 meses representam uma percentagem de 14% (Figura 37).

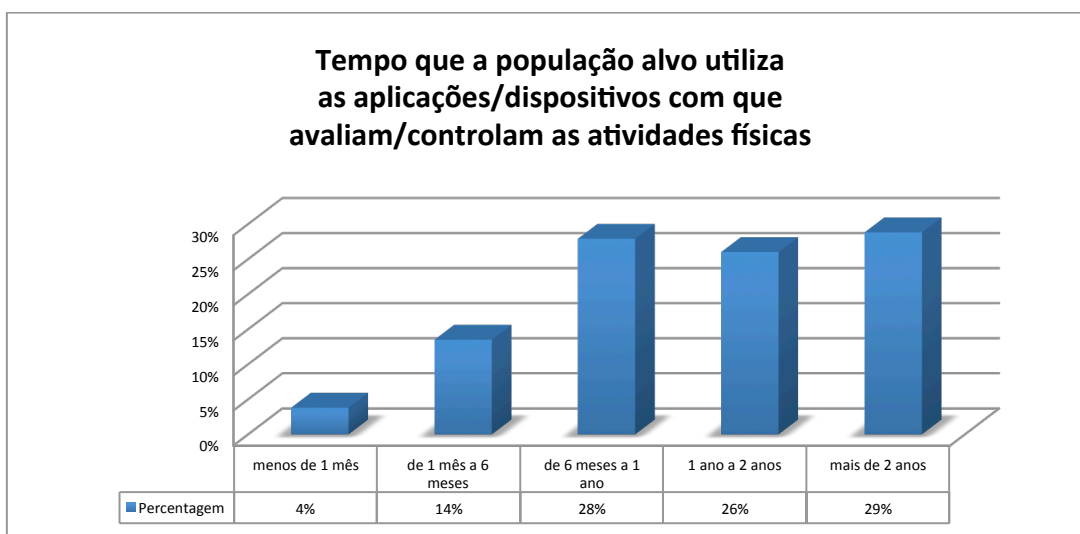


Figura 37 - Tempo que a população alvo utiliza as aplicações/dispositivos com que avaliam/controlam as atividades físicas

Dos valores analisados anteriormente conclui-se que são utilizadores que muito provavelmente conhecem razoavelmente a aplicação utilizada.

Estabelecendo uma comparação entre os utilizadores que usam determinada aplicação/dispositivo há mais de 6 meses e a aplicação utilizada (Figura 38), verifica-se que a mais utilizada é o Runkeeper (21%), seguida pelo Sports Tracker (16%), Runtastic (15%) e Endomondo (15%).

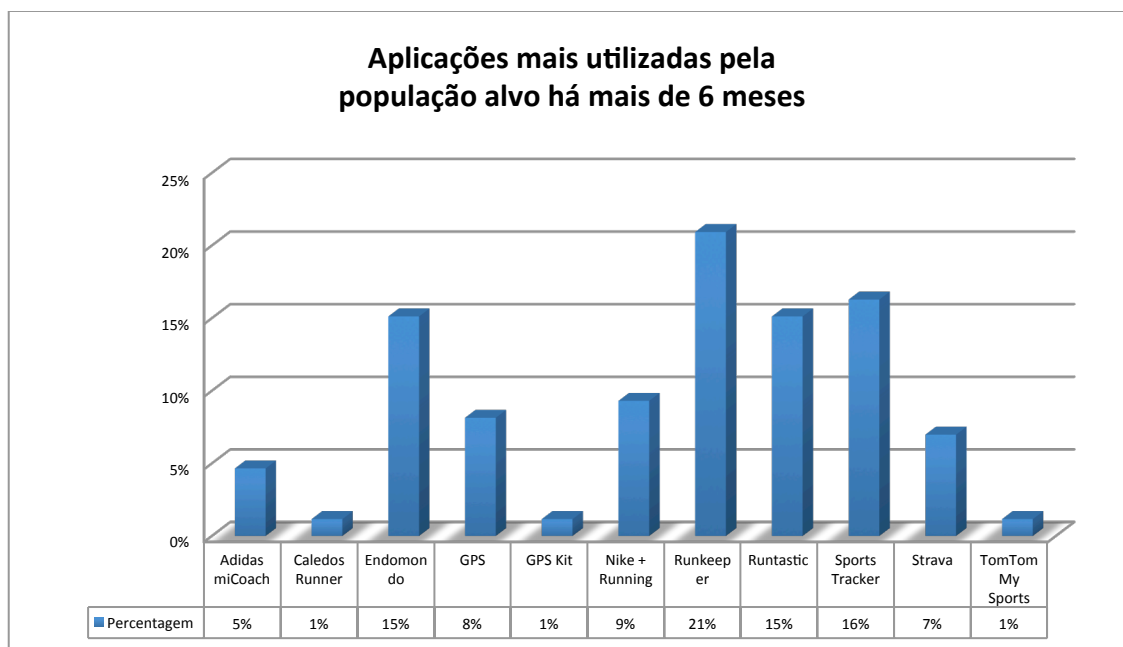


Figura 38 - Aplicações mais utilizadas pela população alvo há mais de 6 meses

Quando questionados na pergunta 10, sobre a utilização de outra aplicação/dispositivo anteriormente, verifica-se que maioria dos utilizadores afirma não o ter feito (62%) (Figura 39).

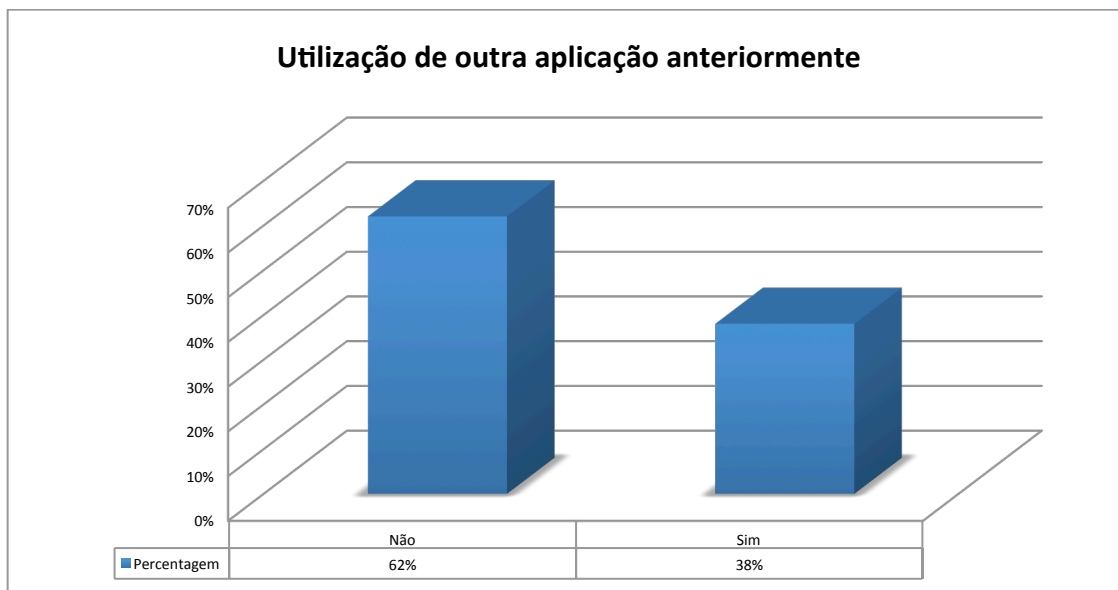


Figura 39 - Utilização de outra aplicação anteriormente

Quando, na pergunta 11, é colocada a questão sobre as funcionalidades extra utilizadas além da aplicação que se encontra ativa no dispositivo móvel, executadas no decorrer das atividades físicas, verifica-se que a maioria dos utilizadores (50%) têm o leitor de música a funcionar (Figura 40). Uma percentagem também significativa (24%) refere que se encontra com os dados ativos.

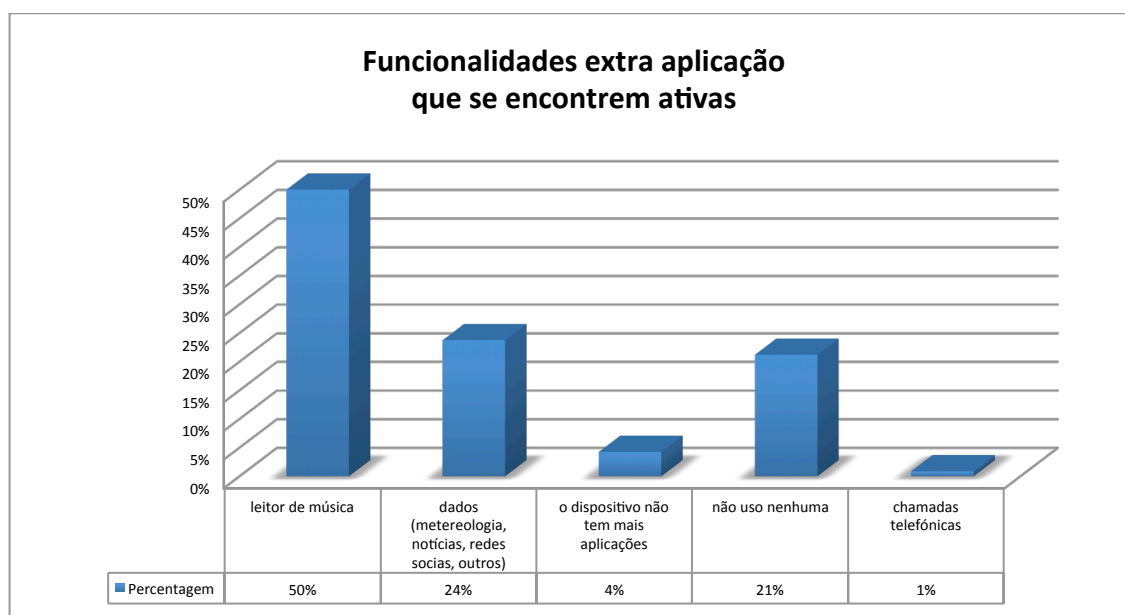


Figura 40 - Funcionalidades extra aplicação que se encontrem ativas

Tendo em atenção a pergunta 11, foi feita a questão 11.1 com o objetivo de verificar qual a percentagem de consumo médio de bateria ao longo de 1 hora de atividade.

Da análise feita, os valores obtidos são os descritos na Figura 41.

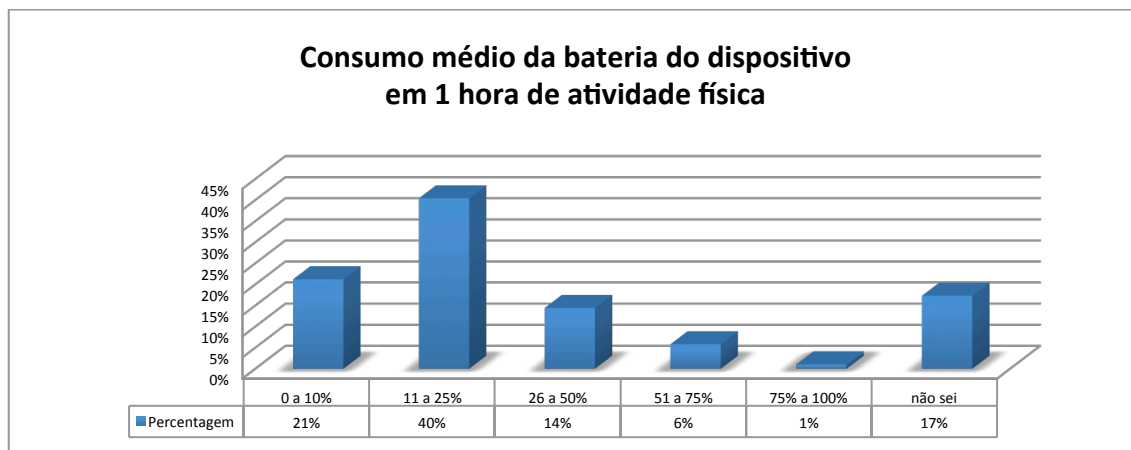


Figura 41 - Consumo médio da bateria do dispositivo em 1 hora de atividade física

Ao analisar a Figura 42 verifica-se que para os dispositivos que consomem de 0 a 10% de bateria, a maioria é pelo facto de não usarem qualquer tipo de funcionalidade extra (10%), seguidos por aqueles que utilizam uma funcionalidade extra (7%). Observando os consumos entre 11 a 25%, a situação já é diferente, a maioria dos utilizadores usam uma funcionalidade extra (16%) seguidos pelos que usam duas funcionalidades extra (11%). Entre os 26 a 50% o cenário é semelhante apesar que com percentagens inferiores. Apenas nos 51 a 75% e 75 a 100% se verifica que o maior consumo é para quem utiliza três funcionalidades extra em simultâneo (4% e 1% respetivamente), além da aplicação de monitorização da atividade.

Existem ainda 18% dos utilizadores que não souberam responder qual o consumo médio da bateria.

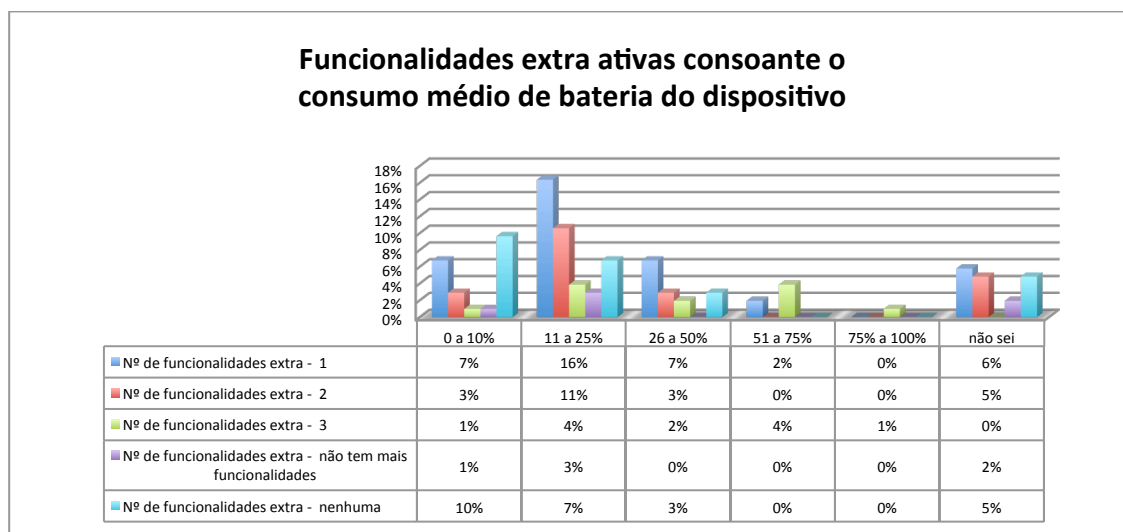


Figura 42 - Funcionalidades extra ativas consoante o consumo médio de bateria do dispositivo

Realizando uma análise similar (Figura 43), mas neste caso para o tipo de dispositivos tendo em consideração o número de dispositivos existentes para cada um dos tipos, verifica-se que a grande maioria de tipos de dispositivos que consomem entre os 0 a 10% são principalmente, GPS (27%), smartphones Android (24%) e iPhones (19%). Já entre os 11 a 25% são smartphones Android (46%) e Windows Phone (40%) que apresentam os valores mais elevados, seguidos pelos iPhones (31%) e GPS (27%). De referir que o BlackBerry e o miCoach Bundle apresentam valores de 100%, no entanto são apenas um dispositivo. Quando se referem consumos entre 26 a 50%, os valores já são diferentes passando o iPhone (31%) a representar uma maioria, seguido pelo Windows Phone (20%) e smartphone Android (7%). Nos 51 a 75% é visto de forma similar ao anterior, com percentagens inferiores, sendo a maioria iPhone (9%) seguido pelo smartphone Android (6%). Não existindo quaisquer Windows Phone. Existe ainda um dispositivo smartphone Android que aparece na percentagem de consumo dos 75 a 100%. Quanto a utilizadores que responderam não saber, a grande maioria é referente a utilizadores de GPS (46%), seguida pelo Windows Phone (40%), finalmente smartphone Android (15%) e iPhone (9%).

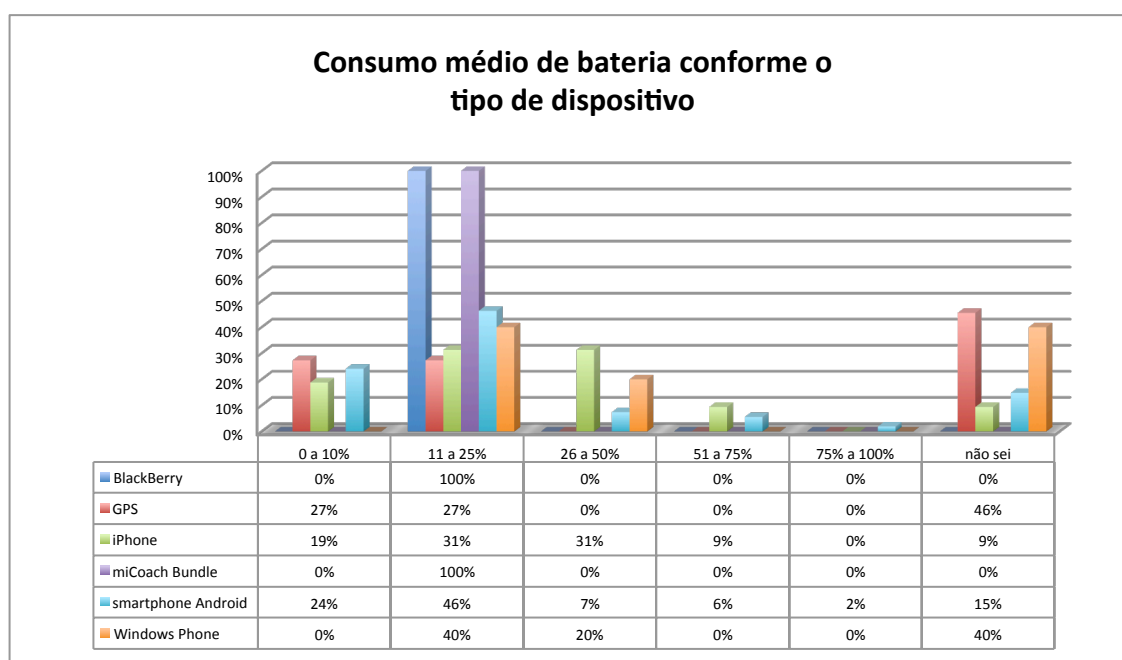


Figura 43 - Consumo médio de bateria conforme o tipo de dispositivo

Ao analisar a questão 12, que pretendia saber como são usados os dados ao longo da utilização do dispositivo/aplicação, chegam-se às conclusões descritas na Figura 44. A maioria dos utilizadores (34%) usa os dados 100% online. Já uma percentagem relativamente inferior (30%) tem os dados parcialmente ativos. Os restantes 36% estão distribuídos, 26% por utilizadores que levam os dados desligados, embora os dispositivos tenham essa capacidade, e 10% pertencem a utilizadores em que os dispositivos não têm dados nos dispositivos.

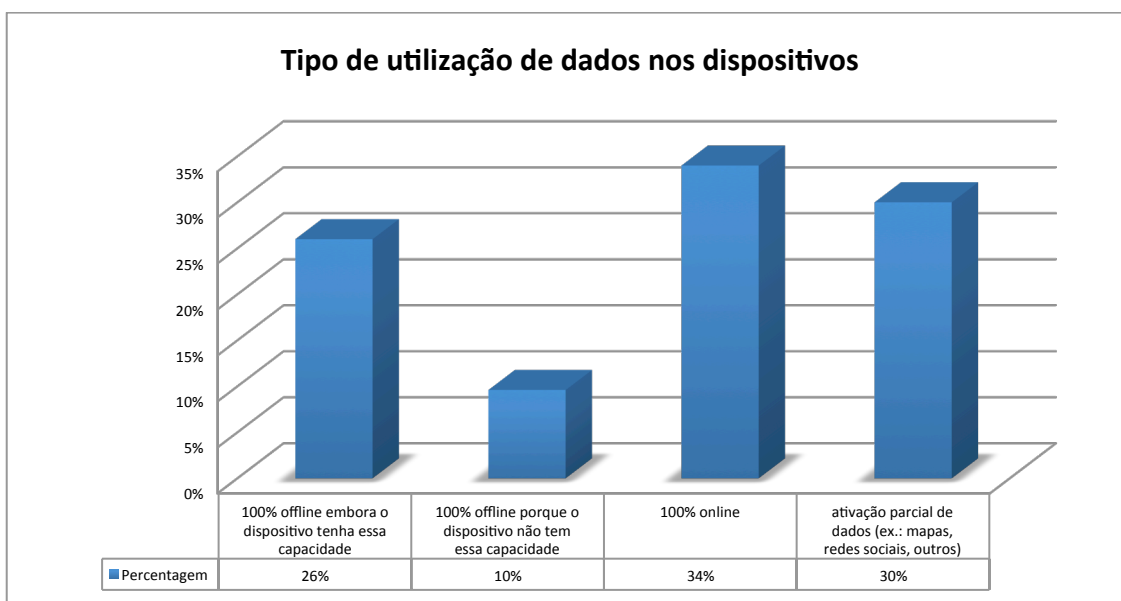


Figura 44 - Tipo de utilização de dados nos dispositivos

No que se refere ao cruzamento de dados do consumo de bateria com a utilização dos dados nos dispositivos, verifica-se o seguinte (Figura 45):

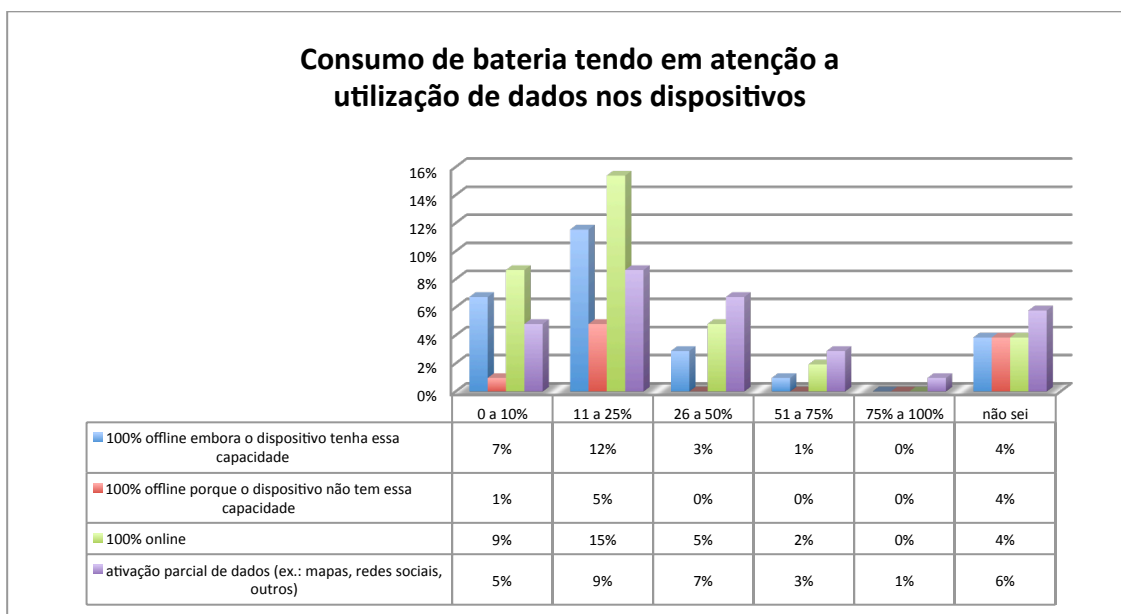


Figura 45 - Consumo de bateria tendo em atenção a utilização de dados nos dispositivos

Para os utilizadores que têm os dados 100% offline, apesar de os dispositivos terem essa capacidade, os consumos de bateria são geralmente de 11 a 25%, seguidos por consumos de 0 a 10%. Observando os utilizadores que têm os dispositivos 100% offline, mas pelo motivo de os dispositivos não terem essa capacidade, na grande maioria, os consumos estão entre os 11 a 25%, ou então os utilizadores não têm noção de quanto é consumido. No caso dos utilizadores que têm os dados 100% online, verifica-se que a maior percentagem pertence a

consumos de 11 a 25%, seguida por 0 a 10%, tendo ainda uma percentagem relevante correspondente a dispositivos que consomem entre 26 a 50% assim como para os utilizadores não sabem o seu consumo. Nas situações em que a ativação dos dados é parcial, os valores são mais equilibrados, sendo ainda superiores os consumos entre os 11 a 25%.

O principal foco desta parte da análise, respeitante às perguntas 13, 14, 15 e 16, vai incidir sobre as três aplicações mais usadas, já descritas anteriormente na pergunta 7 (Runkeeper, Endomondo, Runtastic). No entanto, no início de cada uma existirá uma análise sumária do número de respostas obtidas.

A avaliação de cada uma dessas alíneas é feita tendo em atenção os seguintes valores: 1 - Má; 2 - Insuficiente; 3 – Suficiente; 4 - Boa; 5 - Excelente.

A pergunta 13, dividida em várias alíneas, permite obter respostas relacionadas com a facilidade de interação com aplicação utilizada no decorrer das atividades físicas, tendo em conta as funcionalidades descritas.

É apresentada uma primeira análise (Figura 46) onde são referidas a totalidade das respostas para esta questão.

Através da análise das respostas obtidas às alíneas da pergunta 13, verifica-se que a maioria de respostas obtidas como excelente foi relativamente ao processo de registo (46%) e configuração de unidades de medida (imperial/métrico) (49%). Por sua vez, as alíneas o processo de autenticação (41%), ajudas de interação com a aplicação (44%), nº de idiomas disponíveis (37%), personalização dos menus (35%), aspeto gráfico (48%) assim como a duração de bateria (35%) foram as funcionalidades onde a maioria das respostas obtidas foi boa.

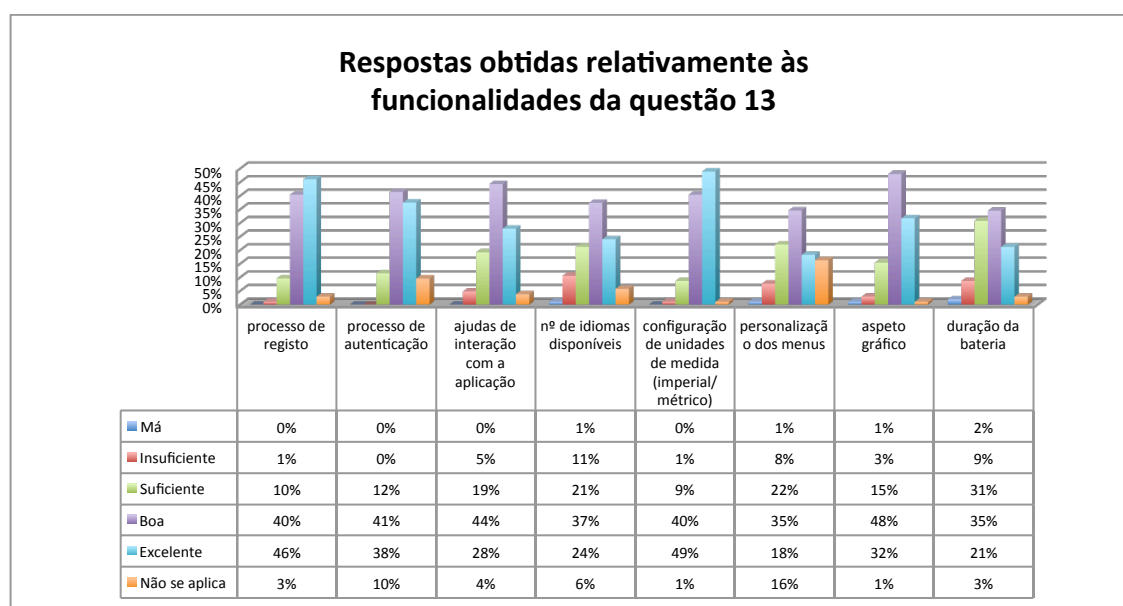


Figura 46 - Respostas obtidas relativamente às funcionalidades da questão 13

Tendo em conta que para a maioria das aplicações é necessário efetuar um registo online, na alínea a) os utilizadores foram questionados sobre esse mesmo processo de registo (Figura 47).

Relativamente à aplicação Runkeeper, observa-se que maioria dos utilizadores consideram a forma de registo excelente (11%) ou boa (9%), existindo ainda alguns utilizadores que a consideram apenas suficiente (4%), e um utilizador que por lapso ou por não ter entendido a pergunta disse que não se aplicava (1%).

Analisando o Endomondo, verifica-se que em igual percentagem (8%) os utilizadores reconhecem que a aplicação tem um processo excelente ou bom a nível do processo do registo.

Finalmente, para o Runtastic, o número de utilizadores encontra-se muito similar na consideração do processo de registo como excelente (8%) ou bom (7%).

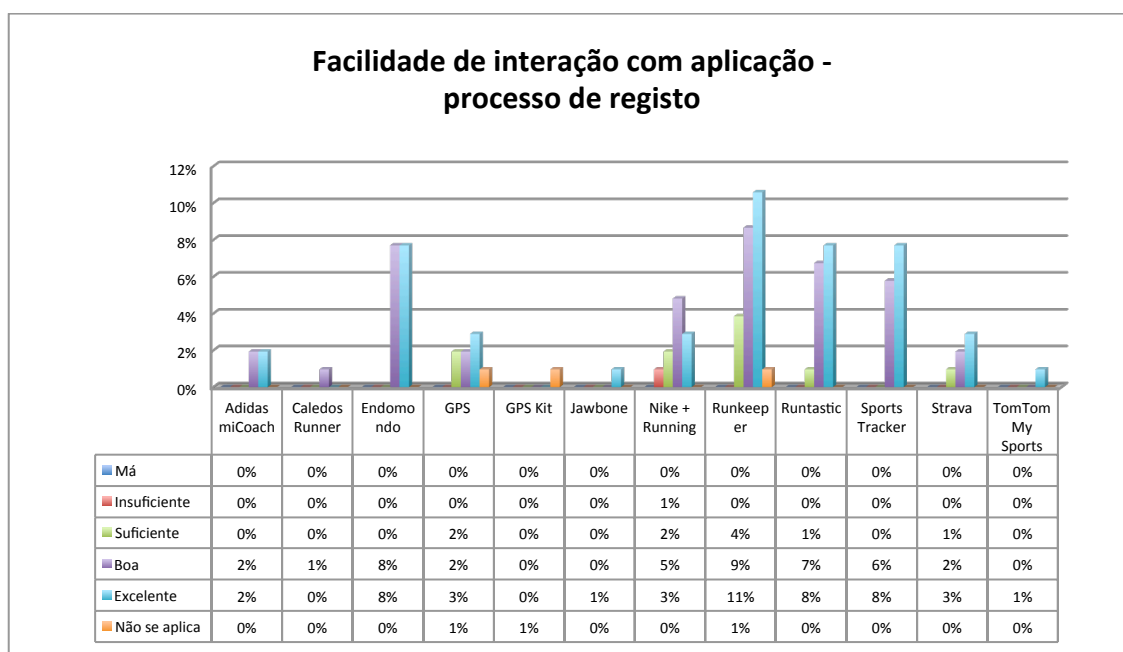


Figura 47 - Facilidade de interação com aplicação - processo de registo

Relativamente à alínea b) os utilizadores são questionados sobre o processo de autenticação (Figura 48).

Quanto à aplicação Runkeeper, de forma similar à alínea anterior, observa-se que a maioria dos utilizadores considera a forma de autenticação excelente (10%) ou boa (7%), existindo ainda alguns utilizadores que a consideram apenas suficiente (6%), e dois utilizadores que por lapso ou por não terem entendido a pergunta disseram que não se aplicava (2%).

Tendo em conta o Endomondo, encontra-se uma situação similar à do Runkeeper, apesar de ter percentagens inferiores.

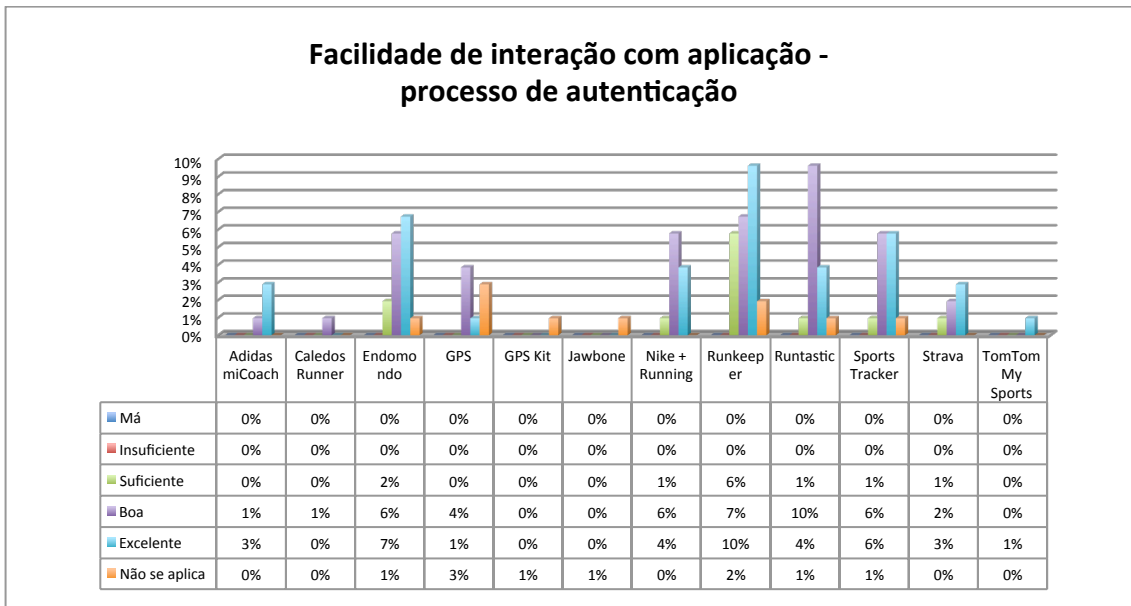


Figura 48 - Facilidade de interação com aplicação - processo de autenticação

Já no caso do Runtastic, a maioria dos utilizadores considera que esta aplicação tem um processo de autenticação apenas bom (10%), seguido por quem o considere excelente (4%), e por fim um utilizador como suficiente (1%) e um outro que diz que não se aplica (1%).

Na alínea c) é pedido aos utilizadores que se refiram ao que pensam sobre as ajudas de interação existentes na aplicação (Figura 49).

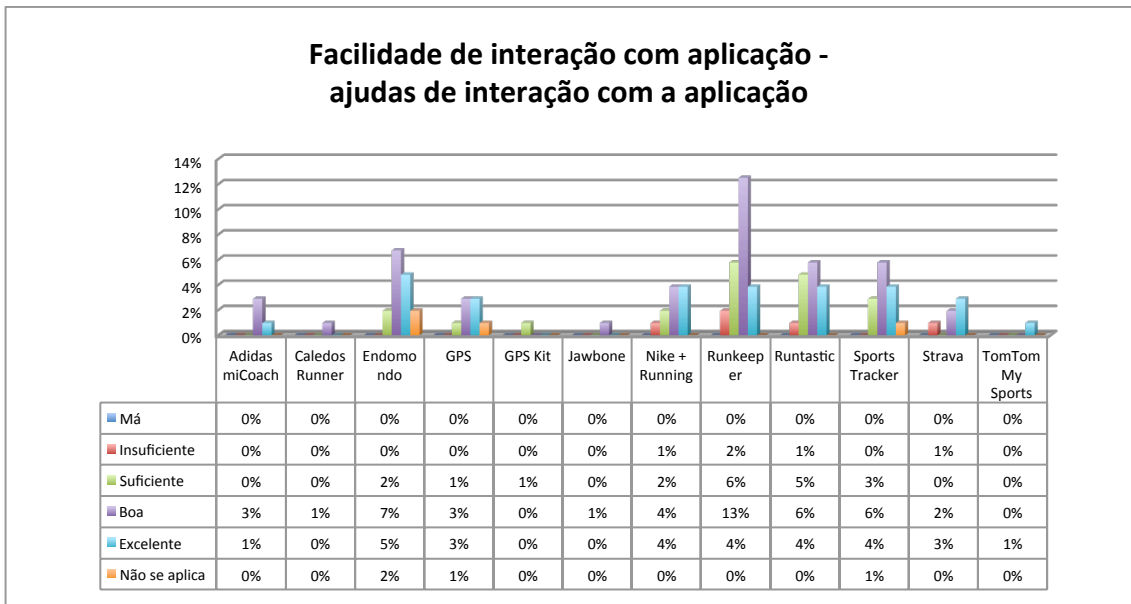


Figura 49 - Facilidade de interação com aplicação - ajudas de interação com a aplicação

A grande maioria dos utilizadores do Runkeeper considera que as ajudas de interação existentes são boas (13%), seguidos pelos utilizadores que acham que é apenas suficiente

(6%). Já uma percentagem inferior diz que é excelente (4%), existindo ainda dois utilizadores que referem ser insuficiente (2%).

Para o Endomondo a situação é um pouco diferente, sendo que maioria dos utilizadores considera que as ajudas de interação é boa (7%), seguido por quem a considere excelente (5%) e suficiente (2%). Existem utilizadores que dizem ainda que não se aplica (2%), o que é falso visto o Endomondo ter um tutorial incorporado.

Quanto à aplicação Runtastic a sua análise é similar ao Runkeeper, não havendo uma discrepância de valores tão elevada entre quem a considere excelente (4%) e boa (6%).

Quanto à alínea d), foi questionado aos utilizadores o que pensam acerca do número de idiomas disponíveis na aplicação que utilizam (Figura 50).

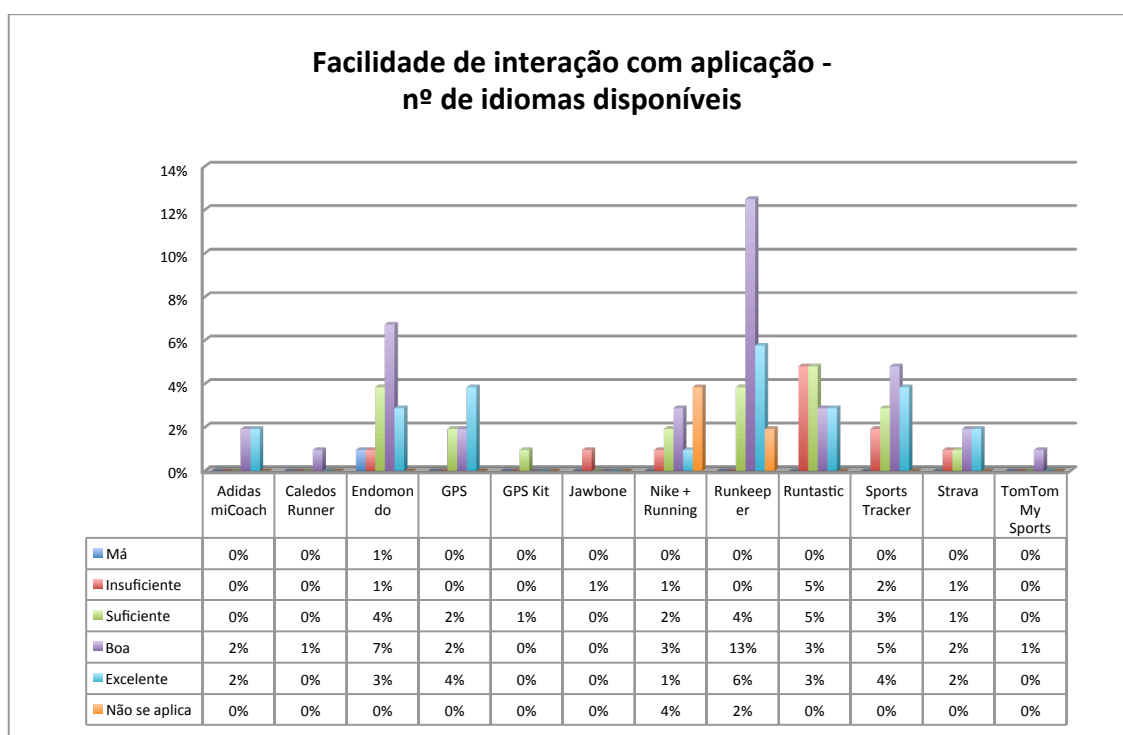


Figura 50 - Facilidade de interação com aplicação - nº de idiomas disponíveis

Relativamente ao Runkeeper, a maioria dos utilizadores considera que a quantidade de idiomas disponíveis é boa (13%) ou até excelente (6%), tendo este 13 idiomas disponíveis.

Já no Endomondo, a maioria dos utilizadores considera ser boa (7%) ou suficiente (4%), o idioma escolhido depende do idioma selecionado no smartphone. Quanto ao Runtastic, a maioria dos utilizadores acha que o número de idiomas existentes, é em igual percentagem (5%) suficiente ou insuficiente, seguido por quem considere também em igual percentagem (3%) excelente ou bom. De forma similar ao Endomondo, o idioma escolhido para o Runtastic depende do idioma do smartphone, que no caso de não existir será adotado o inglês.

No que se refere à alínea e), onde os utilizadores são questionados sobre a configuração de unidades de medida (imperial/métrico), as respostas obtidas (Figura 51) para o Runkeeper foram que a maioria deles, mas com valores muito similares, considera a forma como configuram boa (13%) ou excelente (11%).

O mesmo acontece para o Endomondo, neste caso com valores equilibrados (8%).

Relativamente ao Runtastic, as respostas obtidas são mais ambíguas, considerando a maioria deles ou excelente (7%) ou suficiente (4%), ficando o bom (3%) pelo meio.

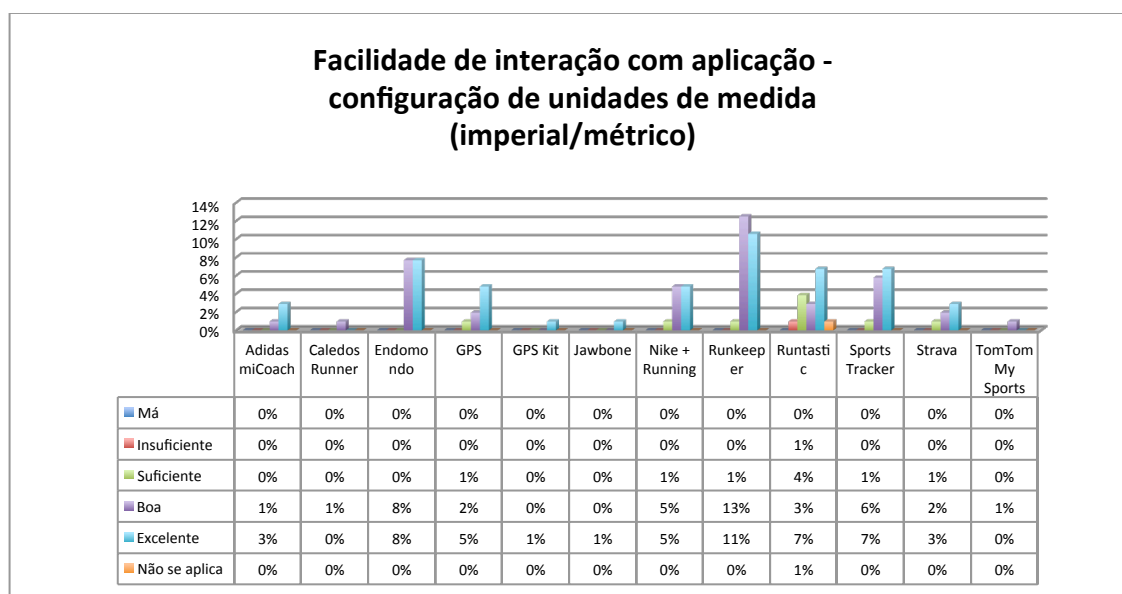


Figura 51 - Facilidade de interação com aplicação - configuração de unidades de medida (imperial/métrico)

A Figura 52 está relacionada com a alínea f) sobre a personalização dos menus.

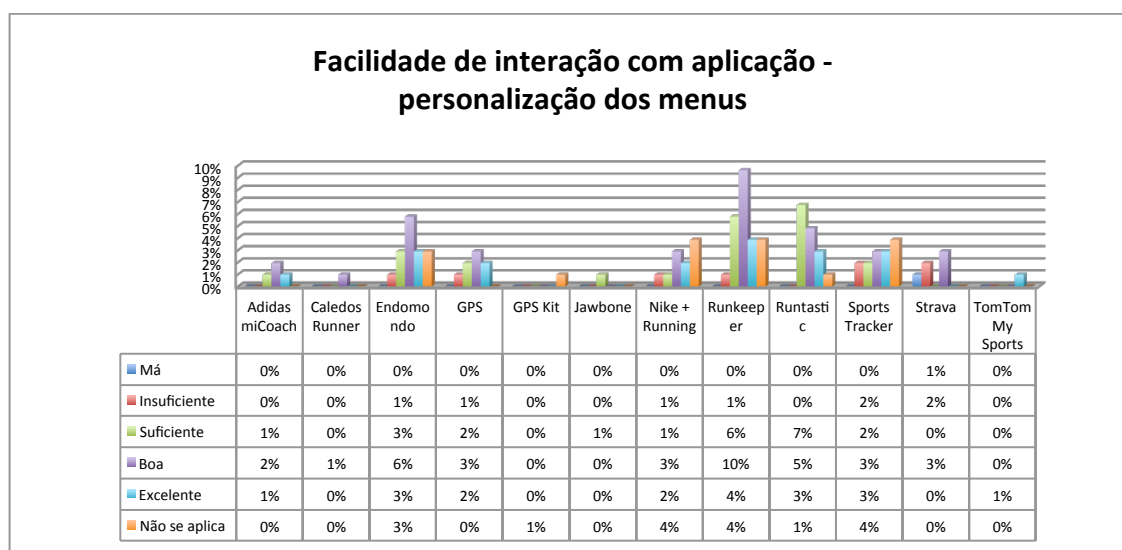


Figura 52 - Facilidade de interação com aplicação - personalização dos menus

Pode verificar-se que a aplicação Runkeeper, assim como a Endomondo, apresentam valores similares, onde a maioria dos utilizadores considera que esta é boa (10% e 6% respetivamente). Existe no entanto uma percentagem (4% para o Runkeeper e 3% para o Endomondo), que diz que não se aplica, provavelmente por desconhecimento dessa mesma funcionalidade.

Quanto ao Runtastic, a maioria dos utilizadores considera que esta funcionalidade é suficiente (7%) seguida por quem acha que boa (5%) ou até mesmo excelente (3%). Existe de forma similar ao Runkeeper e Endomondo quem diga que não se aplica (1%).

A alínea g) lança a questão sobre o aspeto gráfico da aplicação usada. As respostas (Figura 53) são unânimes relativamente ao Runkeeper e Endomondo, achando a maioria dos utilizadores que é boa (14% e 7% respetivamente), seguida de respostas como excelente (8% e 5%) e suficiente (2% e 3%).

No que se refere ao Runtastic, as respostas são equilibradas para quem acha que o aspeto gráfico é excelente (5%) ou bom (5%), seguido por uma percentagem de quem o considere suficiente (4%), existindo no entanto também quem ache que é insuficiente ou má (1% ambos).

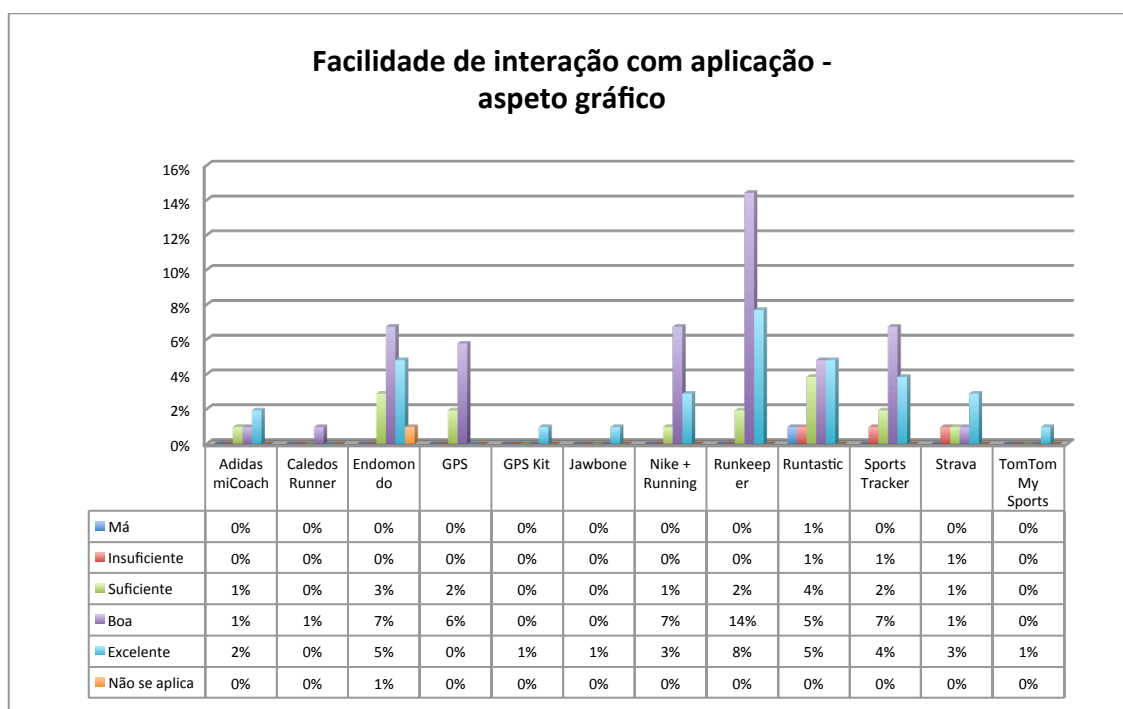


Figura 53 - Facilidade de interação com aplicação - aspeto gráfico

Relativamente à duração da bateria da aplicação usada, que é o que a alínea h) questiona, os utilizadores do Runkeeper e Endomondo (Figura 54), consideram na sua maioria que esta é suficiente (9% e 5% respetivamente), seguidos por uma percentagem igual de utilizadores que a consideram boa ou até mesmo excelente (6% para o Runkeeper e 4% para o Endomondo). Existem no entanto utilizadores que a consideram insuficiente (2% em ambos), ou até mesmo

má (1%) no caso do Endomondo. Por sua vez existem dois utilizadores a dizerem que não se aplica no Runkeeper (2%), resposta que não se pode considerar.

Quanto ao Runtastic, a maioria dos utilizadores, considera que a duração da bateria é boa (8%), e percentagens mais inferiores dividem-se pelo excelente (3%), suficiente (2%), insuficiente (2%) e mau (1%).

Nesta alínea há que ter em conta que poderão existir outros fatores associados com os consumos de bateria conforme já foram referidos anteriormente.

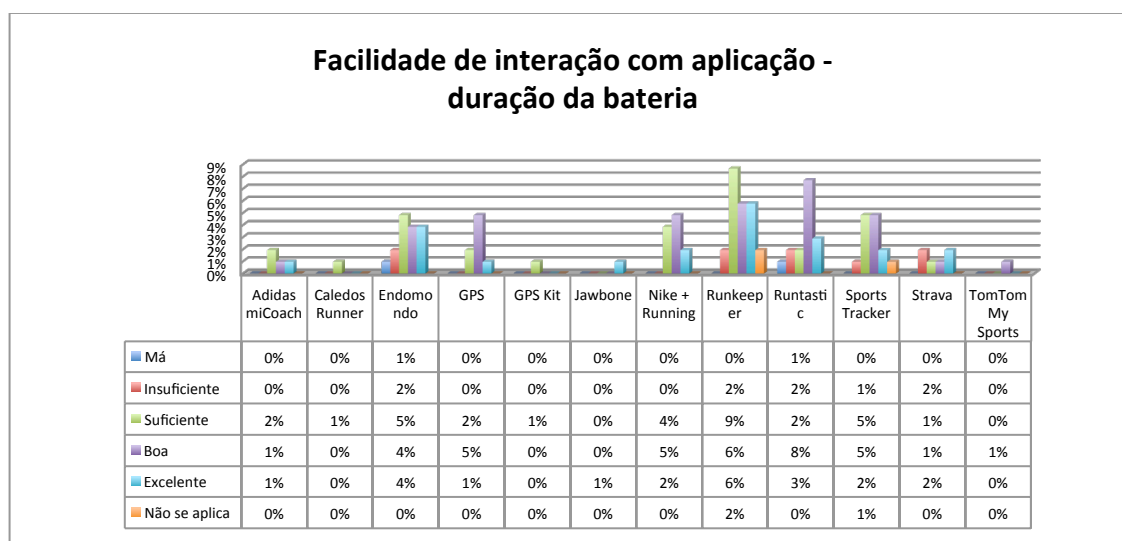


Figura 54 - Facilidade de interação com aplicação - duração da bateria

Das funcionalidades que não existem em determinada aplicação, aquelas que os utilizadores consideram que deveriam ser incluídas nas aplicações que utilizam (Figura 55) são em grande maioria a personalização de menus (57%), seguida pelo processo de autenticação (13%).

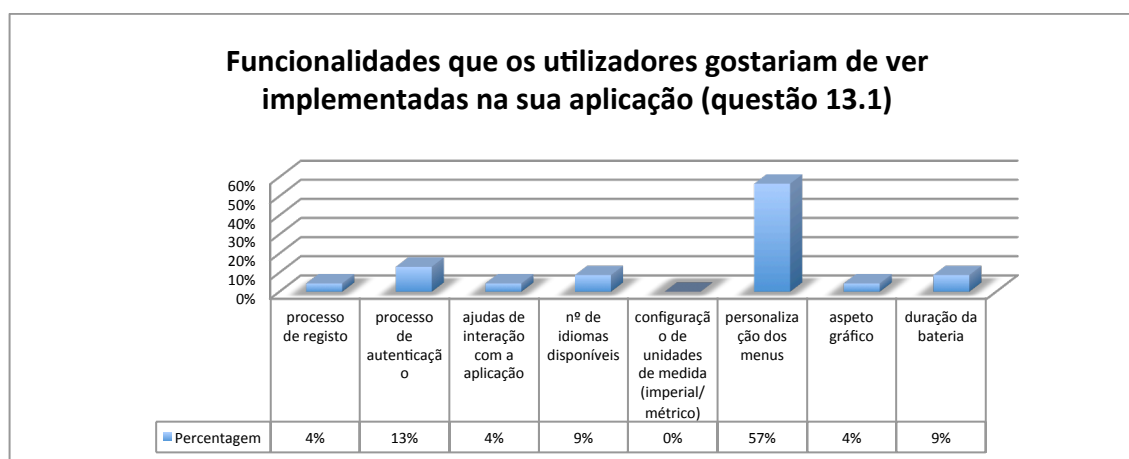


Figura 55 - Funcionalidades que os utilizadores gostariam de ver implementadas na sua aplicação (questão 13.1)

Estão ainda incluídas respostas como o número de idiomas disponíveis (9%), duração da bateria (9%), processo de registo (4%), ajudas de interação com a aplicação (4%) e aspeto gráfico (4%). A configuração de unidades de medida (imperial/métrico) não foi tida em conta por nenhum utilizador. As alíneas são as respeitantes à questão 13 do questionário.

De forma similar à questão 13, na questão 14, os utilizadores foram inquiridos sobre algumas das funcionalidades internas existentes na aplicação utilizada no decorrer das atividades físicas. As respostas obtidas encontram-se descritas na Figura 56.

Analisando então as respostas às alíneas da pergunta 14, observa-se que a criação de planos de treino personalizados (28%), recurso a planos de treino existentes (27%), diversidade de atividades disponíveis (40%), visualização do percurso no mapa (37%), associação de fotografia ao treino (23,10%) e feedback áudio durante a atividade (35%) são funcionalidades que apresentaram como resposta boa. Relativamente à conexão de monitor de frequência cardíaca a resposta mais dada foi o não se aplica (31%). O leitor de música integrado apresenta como maioria de resposta a opção má (29%).

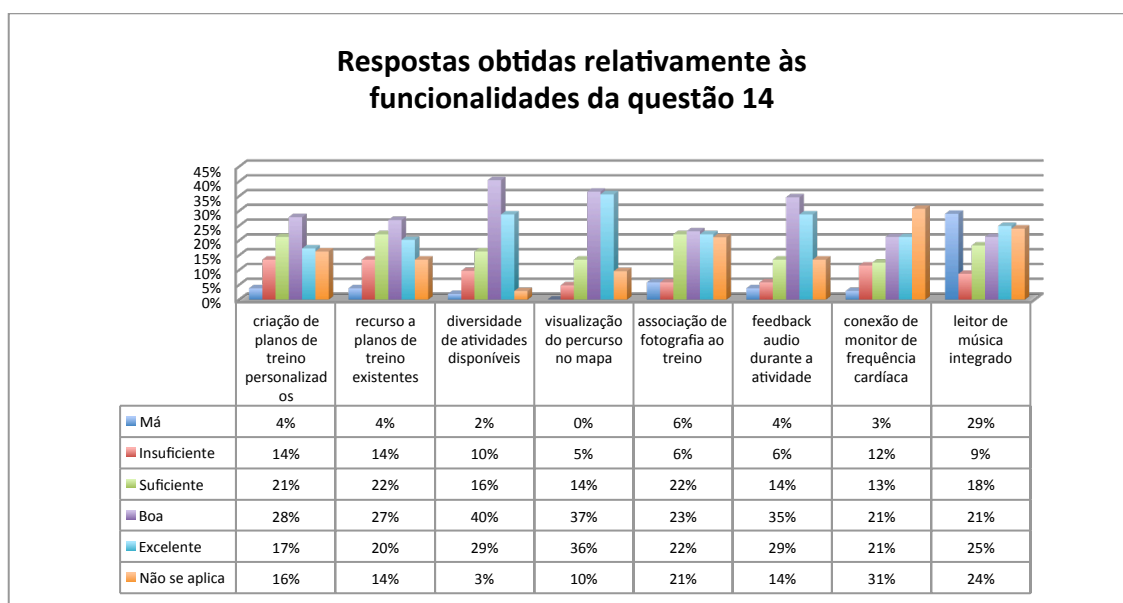


Figura 56 - Respostas obtidas relativamente às funcionalidades da questão 14

Relativamente às três aplicações mais utilizadas, na alínea a) a questão levantada estava relacionada com a possibilidade de criação de planos de treinos personalizados. Em todas as aplicações observam-se, através da Figura 57, uma disparidade de valores. Relativamente ao Runkeeper, podem visualizar-se valores muito similares para os vários tipos de respostas (variando 3% a 6%), excetuando os que consideram esta funcionalidade má (1%). No entanto existem utilizadores, que indicam que esta não se aplica (5%), o que não é verdade, pois a criação de planos de treino personalizados é uma das funcionalidades existentes no Runkeeper.

Relativamente ao Endomondo, verifica-se alguma discrepância nas opiniões, que apenas serão válidas, caso os utilizadores usem o Endomondo Premium, pois caso contrário esta funcionalidade não vem integrada na aplicação normal, e nesse caso apenas o utilizador que respondeu não se aplicar está correto.

Quanto ao Runtastic, as respostas são similares ao Endomondo, mas em menor escala, havendo diferenças no número de utilizadores que consideram a possibilidade de criação de planos de treino apenas suficiente (7%), o que será verdade se estes possuírem a aplicação Runtastic Pro, pois caso contrário a versão normal do Runtastic não permite criação de planos de treino.

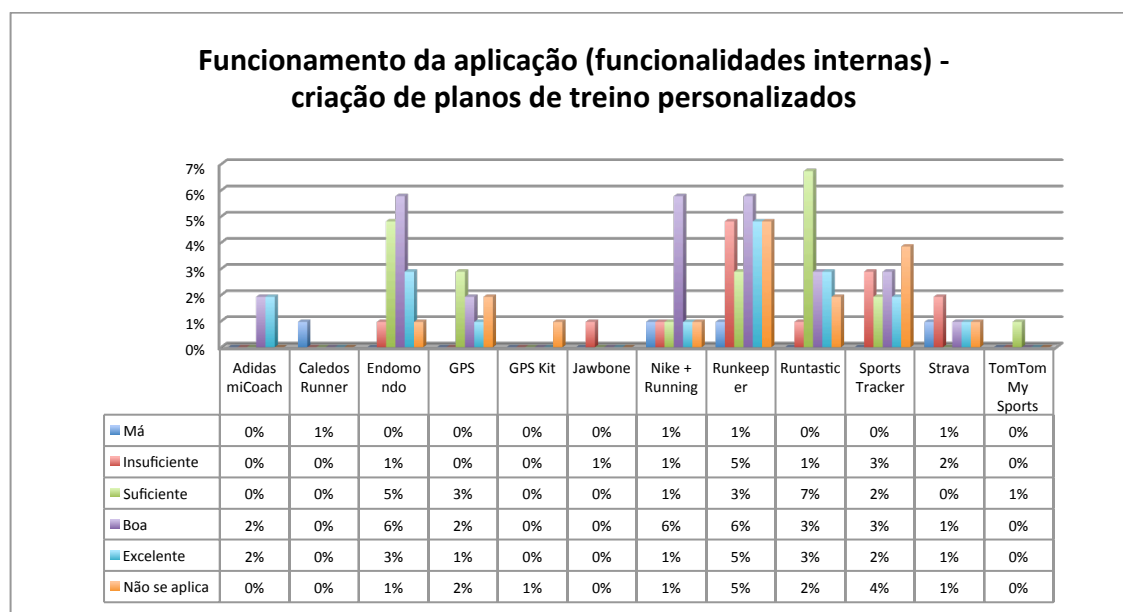


Figura 57 - Funcionamento da aplicação (funcionalidades internas) - criação de planos de treino personalizados

Na alínea b) a questão levantada encontra-se relacionada com a possibilidade de recorrerem a planos de treino existentes na aplicação. Novamente existe uma grande disparidade de resultados (Figura 58). No que se refere ao Runkeeper, verificam-se vários tipos de respostas possíveis, com maior incidência para as respostas boa (7%) e excelente (6%). As restantes respostas encontram-se distribuídas por suficiente (3%), insuficiente (4%) e má (1%), existindo ainda quatro utilizadores (4%) a referir que é uma funcionalidade que não se aplica, o que não é verdade. No Runkeeper, existem alguns treinos que vêm com a aplicação, existindo outros que podem ser descarregados posteriormente da internet.

Relativamente ao Endomondo, a diversidade de respostas também é enorme, no entanto a maioria dos utilizadores assume o suficiente (6%) como resposta, seguida pelo bom e excelente em pé de igualdade (4%). Da mesma forma que na alínea anterior, só acaba por ser verdade, caso os utilizadores usem o Endomondo Premium, pois caso contrário, no normal não existem essas funcionalidades, estando apenas correta a resposta do utilizador que diz não se aplicar.

O Runtastic apesar de ter também respostas muito dispersas, só se consideram válidas caso os utilizadores tenham pago cada um dos treinos existentes para download, pois é a modalidade existente nesta aplicação.

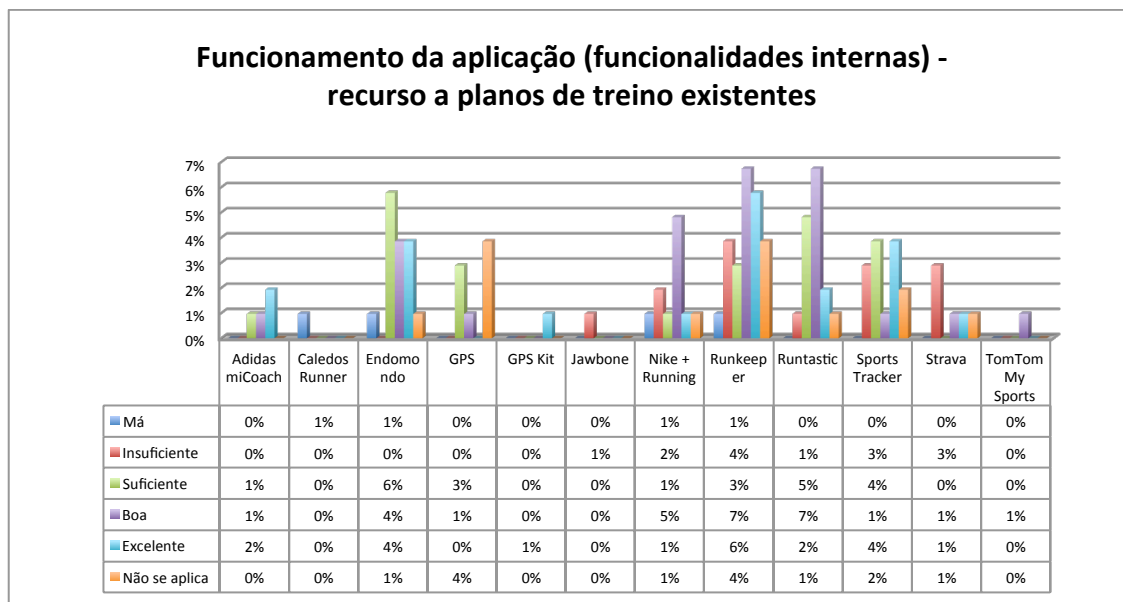


Figura 58 - Funcionamento da aplicação (funcionalidades internas) - recurso a planos de treino existentes

Quando questionados na alínea c) sobre as diversas atividades disponíveis, as respostas essencialmente obtidas para o Runkeeper, Endomondo e Runtastic, foram na sua maioria que estas eram boas (12%, 6% e 7% respetivamente) ou excelentes (10% para o Runkeeper, 5% no Endomondo e 3% no Runtastic). Existiram ainda utilizadores que refeririam ser suficientes ou mesmo insuficientes, conforme se pode ver na Figura 59.

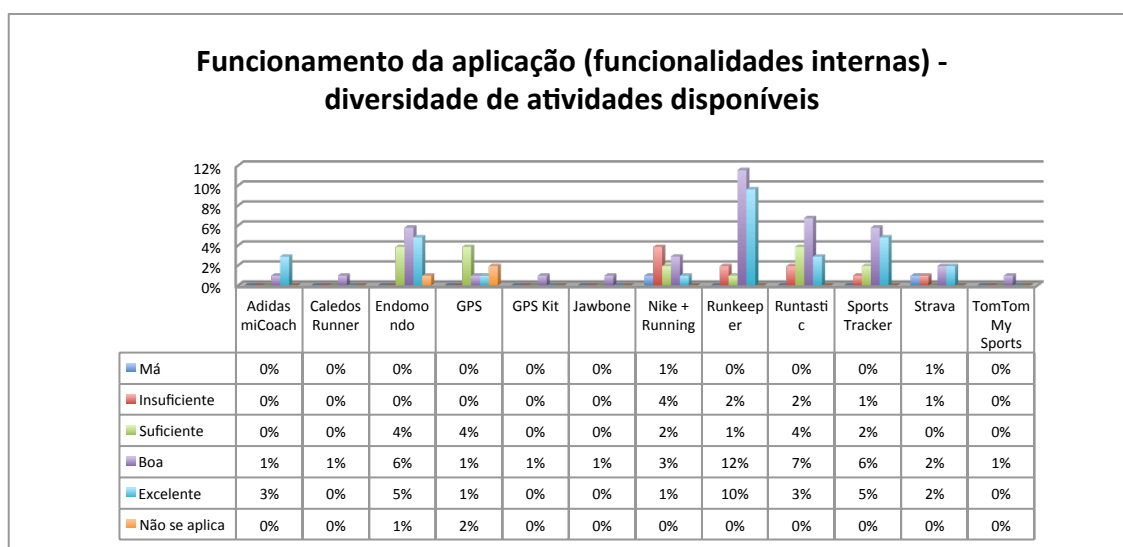


Figura 59 - Funcionamento da aplicação (funcionalidades internas) - diversidade de atividades disponíveis

O Runkeeper apresenta treze tipos de atividades disponíveis, apresentando o Endomondo e o Runtastic mais de cinquenta. No entanto a forma de avaliar cada uma das atividades é igual em todas, não existindo diferenças, pois o que é avaliado principalmente, é a distância e tempo percorrido. Essas atividades existem apenas para que, posteriormente, se saiba qual o tipo de atividade praticada e o histórico fique guardado relativamente a esse tipo de modalidade.

Quando na alínea d) os utilizadores são questionados sobre a visualização do percurso no mapa, verificando os resultados obtidos (Figura 60), os utilizadores do Runkeeper e do Endomondo apresentam respostas similares, onde prevalecem as que dizem ser excelente (12% e 7% respetivamente), seguidas da resposta boa (9% no Runkeeper e 6% no Endomondo). No Endomondo existe um utilizador que refere que não se aplica, o que não é verdade.

Já relativamente ao Runtastic, a maioria dos utilizadores dizem que esta funcionalidade é boa (9%) seguida do excelente (3%) com o número de utilizadores similares a considerarem insuficiente ou mesmo má (2% cada).

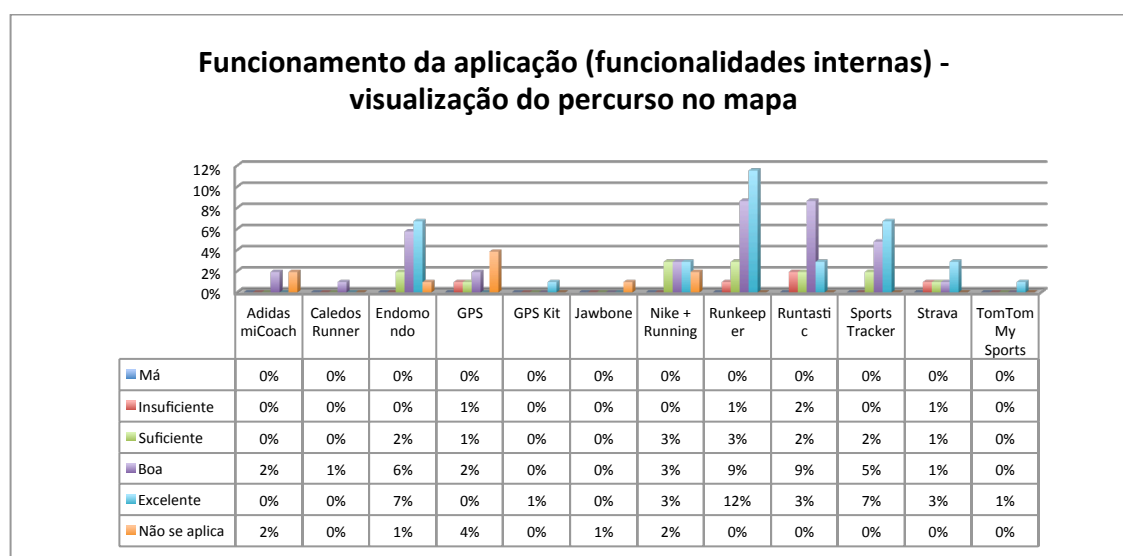


Figura 60 - Funcionamento da aplicação (funcionalidades internas) - visualização do percurso no mapa

A alínea e) questiona os utilizadores sobre a associação de fotografias ao treino efetuado. Os resultados obtidos podem ser vistos na Figura 61.

Apesar de nas três principais aplicações utilizadas existir sempre pelo menos um utilizador a referir que não se aplica, não sendo isto verdade, pois qualquer uma das três aplicações tem essa capacidade. Ao analisar as restantes respostas, a maioria dos utilizadores do Runkeeper considera a funcionalidade excelente (8%), existindo ainda uma grande percentagem que a considera boa (7%) e suficiente (6%).

Quanto aos utilizadores do Endomondo, as opiniões já são mais divergentes, sendo a maioria das respostas suficiente (5%), passando por quem a considere excelente (3%) ou insuficiente (3%), até à boa (2%) e má (1%).

No que se refere ao Runtastic, as respostas dividem-se na maioria por ser boa (6%), passando por suficiente (4%) e insuficiente (3%), e uma minoria que considera excelente (2%).

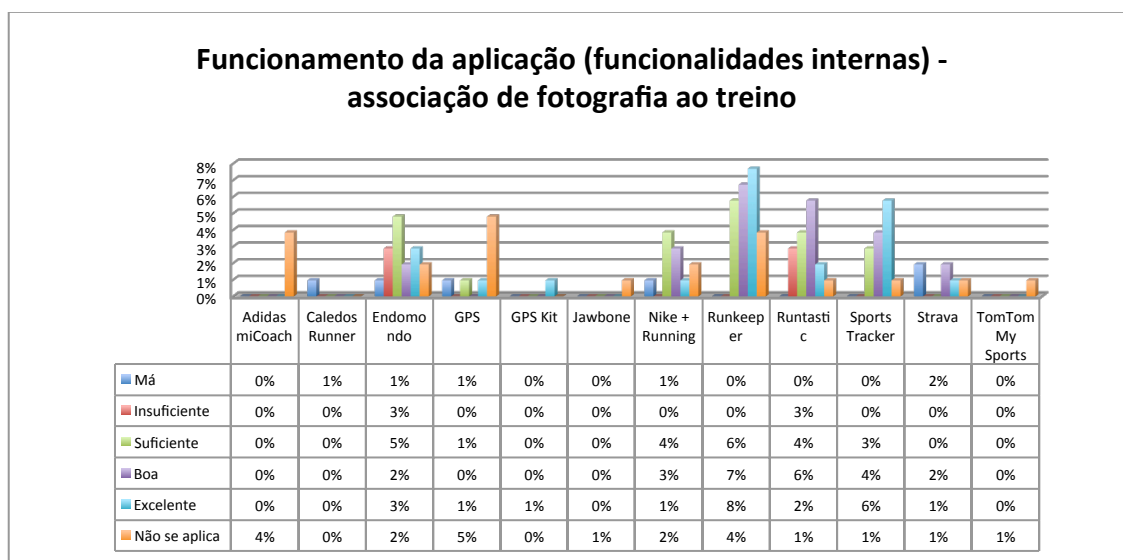


Figura 61 - Funcionamento da aplicação (funcionalidades internas) - associação de fotografia ao treino

Quando questionados na alínea f) sobre o feedback áudio na aplicação durante a atividade, os resultados (Figura 62) mostram que os utilizadores do Runkeeper consideram na sua maioria que este é excelente (13%), seguido por aqueles que o consideram bom (9%), existindo ainda alguns utilizadores que o consideram suficiente (3%).

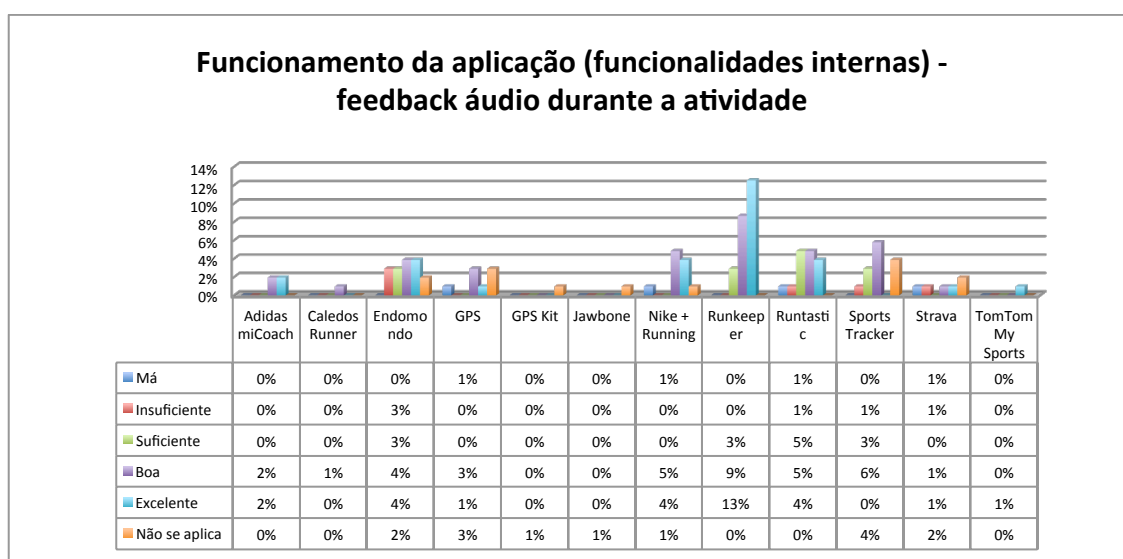


Figura 62 - Funcionamento da aplicação (funcionalidades internas) - feedback áudio durante a atividade

Para os utilizadores do Endomondo, as percentagens são mais equilibradas, considerando no entanto a maioria que este é excelente ou bom (4% para ambos), seguido por quem o considere suficiente ou insuficiente (3% nos dois casos). Existem ainda dois utilizadores que dizem não se aplicar, o que não é correto, visto ser uma funcionalidade existente nesta aplicação.

Quanto aos utilizadores do Runtastic, a maioria considera a funcionalidade boa ou suficiente (5% cada um), seguida por quem a considere excelente (4%), e por fim dois utilizadores que a consideram insuficiente e má.

Relativamente à alínea g), os utilizadores foram questionados sobre a conexão do monitor de frequência cardíaca com a aplicação. Qualquer uma das três aplicações mais usadas tem a possibilidade de se conectar com o monitor de frequência cardíaca, no entanto muitos utilizadores responderam (Figura 63) que esta funcionalidade não se aplicava à aplicação que utilizavam no decorrer das suas atividades físicas. Este facto pode dever-se ao facto de nunca o terem utilizado ou por desconhecimento.

As restantes respostas foram todas muito similares para ambas as aplicações, variando do excelente no Runkeeper (4%) e Runtastic (3%) até má no Endomondo (1%).

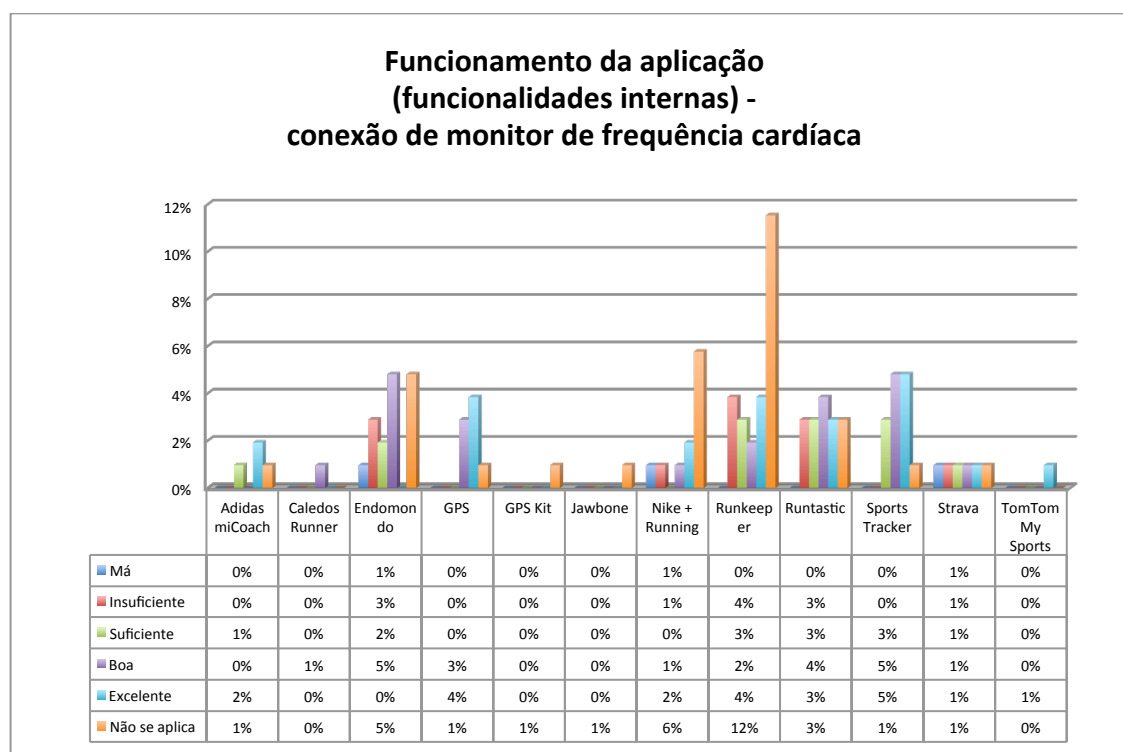


Figura 63 - Funcionamento da aplicação (funcionalidades internas) - conexão de monitor de frequência cardíaca

A alínea h) levanta a questão sobre a utilização do leitor de música integrado. Nas três aplicações mais utilizadas existe a possibilidade de ouvir música através do leitor de música do dispositivo. No caso do Runkeeper e Endomondo é possível utilizar o que vem por defeito com

o dispositivo. No caso do Runtastic, existe um próprio, que tem de ter que ser descarregado primeiro.

Os resultados obtidos encontram-se referidos na Figura 64.

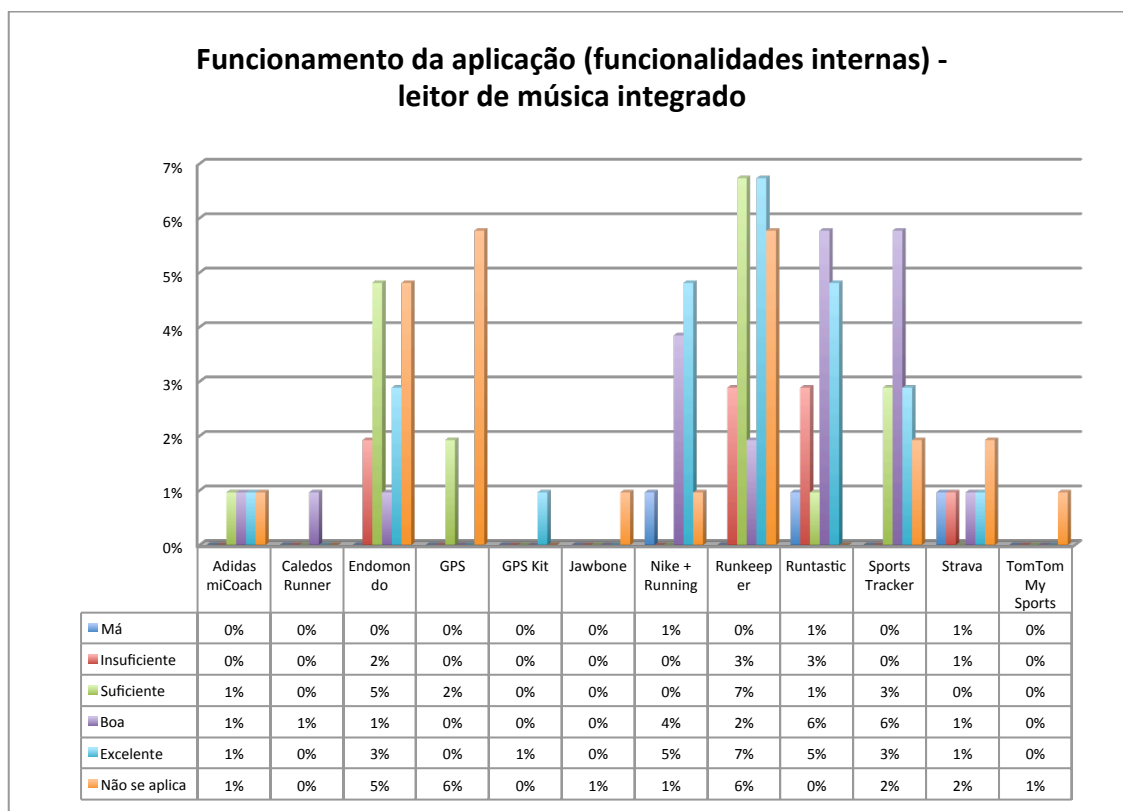


Figura 64 - Funcionamento da aplicação (funcionalidades internas) - leitor de música integrada

Para o Runkeeper e Endomondo, foram obtidas respostas que referiam o leitor de música não se aplicar, o que como já foi referido anteriormente não é verdade, podendo estas respostas provirem de os utilizadores nunca o terem utilizado, desconhecerem a sua existência ou não o considerarem integrado, visto ele pertencer ao dispositivo em questão e não propriamente à aplicação. Apesar disto, os utilizadores que consideraram existir para o Runkeeper, consideraram na sua grande maioria a funcionalidade excelente (7%) ou suficiente (7%), passando também por uma percentagem mais pequena que dizia ser insuficiente (3%), e uma percentagem ainda inferior que diziam ser boa (2%).

Relativamente ao Endomondo a grande maioria dos utilizadores respondeu ser suficiente (5%) seguido pelos que dizem ser excelente (3%).

Finalmente para o Runtastic, a grande maioria diz ser boa (6%), seguido por quem afirma ser excelente (5%) e, já com percentagens mais baixas, quem afirma ser insuficiente (3%), boa ou má (1% cada).

Através da Figura 65 podem observar-se, das funcionalidade que não existem em determinada aplicação, as que os utilizadores consideram que deveriam ser incluídas nas aplicações que utilizam. Cada uma das alíneas é respeitante à questão 14.

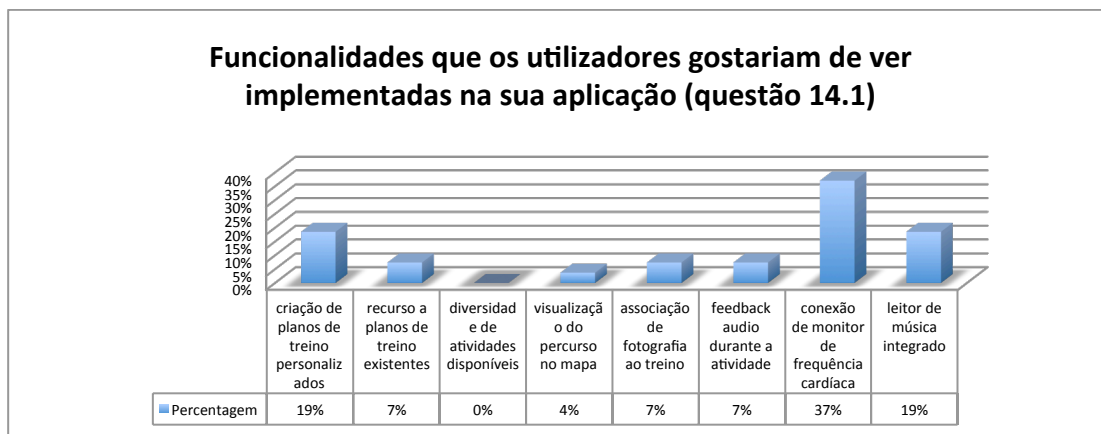


Figura 65 - Funcionalidades que os utilizadores gostariam de ver implementadas na sua aplicação (questão 14.1)

A grande maioria refere a conexão com o monitor de frequência cardíaca, respetivamente dez utilizadores (37%), dos quais três utilizam o Runkeeper (30%) e um o Endomondo (10%), assim como um utilizador que usa o Sports Tracker (10%) (Figura 66), ou seja, são utilizadores que desconhecem a possibilidade de interligar, ou nunca utilizaram um monitor de frequência cardíaca. Os utilizadores do Nike + Running (40%), não têm essa possibilidade de interligação. A segunda funcionalidade que os utilizadores gostavam que fosse incluída é a criação de planos de treino (19%), em igualdade com o leitor de música integrado (19%). Representando 7%, dois utilizadores em cada uma das funcionalidades escolheram o recurso a planos de treino existentes, associação de fotografias ao treino e feedback áudio durante a atividade. Por apenas um utilizador (4%), a visualização do percurso no mapa é uma das funcionalidades escolhidas, não tendo a diversidade de atividades existentes obtido qualquer escolha.

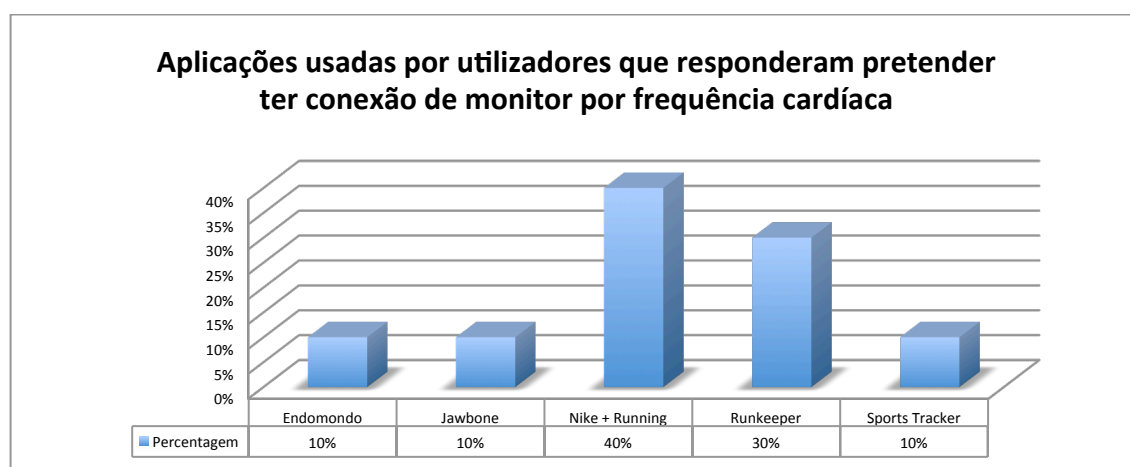


Figura 66 - Aplicações usadas por utilizadores que responderam pretender ter conexão de monitor por frequência cardíaca

De forma similar às duas questões anteriores (13 e 14), na questão 15 os utilizadores foram questionados sobre como avaliam o funcionamento da aplicação que utilizam, relativamente às funcionalidades que permitem interação online. As respostas obtidas são visíveis na Figura 67.

Nesta pergunta a análise das respostas obtidas mostra que a sincronização de dados (aplicação - web) tem como maior percentagem a resposta excelente (41%). Já a partilha de informação nas redes sociais (42%), conexão com outros utilizadores (36%), recurso a percursos/rotas criadas por outros utilizadores (29%) e feedback de outros utilizadores (26%) têm como principal resposta a opção boa. Por sua vez o recurso a atividades "live" (37%) e recurso a desafios online (34%) tem como maior quantidade de respostas o não se aplica.

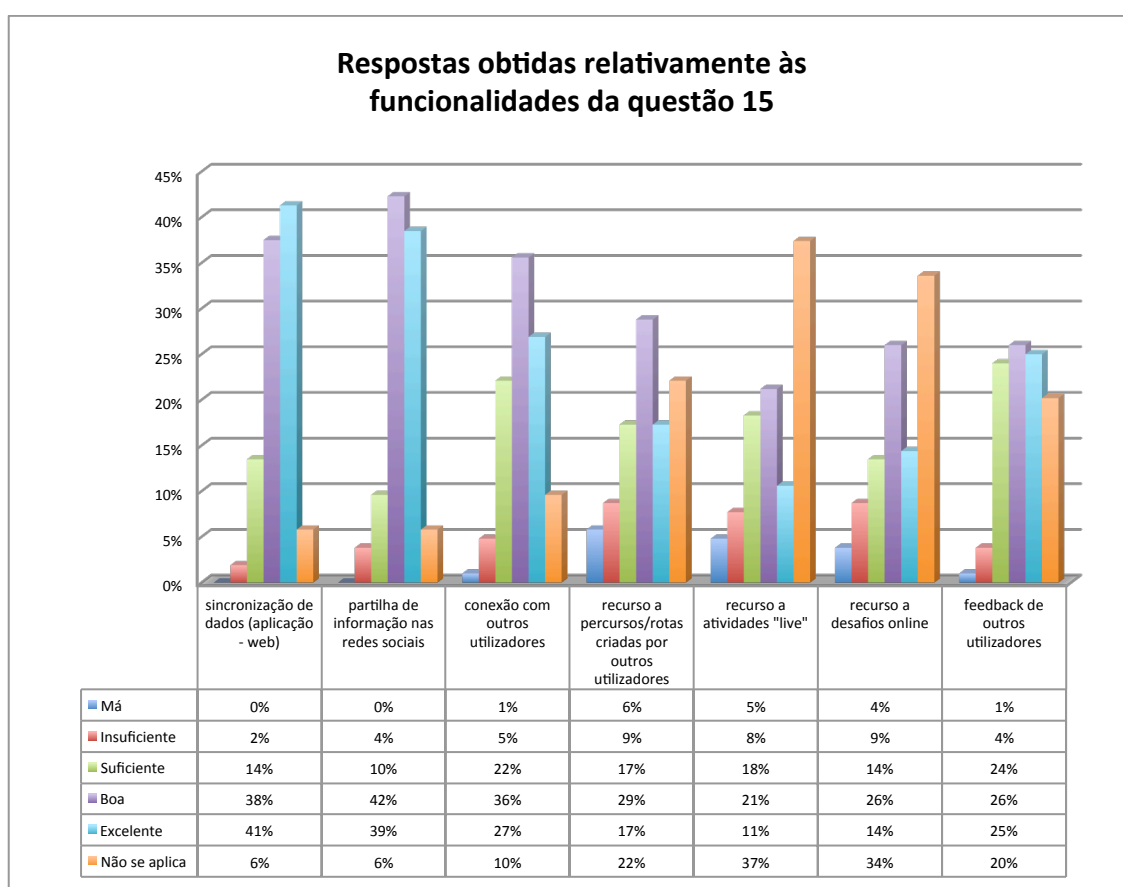


Figura 67 - Respostas obtidas relativamente às funcionalidades da questão 15

A alínea a) incide sobre o que pensam da sincronização entre a aplicação e a web (Figura 68). Referindo-se novamente às aplicações mais utilizadas (Runkeeper, Endomondo e Runtastic), observa-se que para o Runkeeper, a maioria dos utilizadores refere ser excelente (10%), seguido por quem a considere boa (8%) e também suficiente (4%). Existe ainda quem a considere insuficiente (1%) ou quem diga mesmo que não se aplica (1%), o que não é verdade.

Funcionamento da aplicação (interação recursos online) - sincronização de dados (aplicação - web)

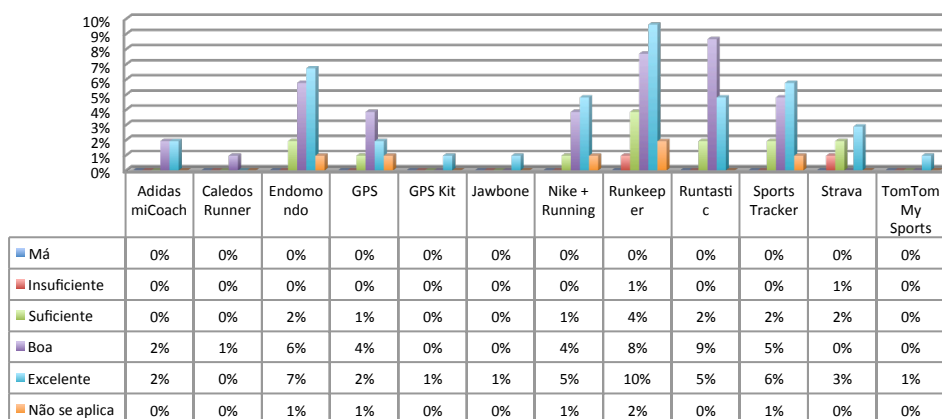


Figura 68 - Funcionamento da aplicação (interação recursos online) - sincronização de dados (aplicação - web)

Quanto ao Endomondo a situação é similar, apesar de ter percentagens diferentes, pois o número de utilizadores também é inferior, não existindo quem a considere insuficiente.

No Runtastic, a maioria dos utilizadores considera esta funcionalidade como sendo boa (9%), seguido por quem a considera excelente (5%) e suficiente (2%).

Relativamente à alínea b), em que a questão está relacionada com a partilha de informação nas redes sociais, olhando para os resultados (Figura 69).

Funcionamento da aplicação (interação recursos online) - partilha de informação nas redes sociais

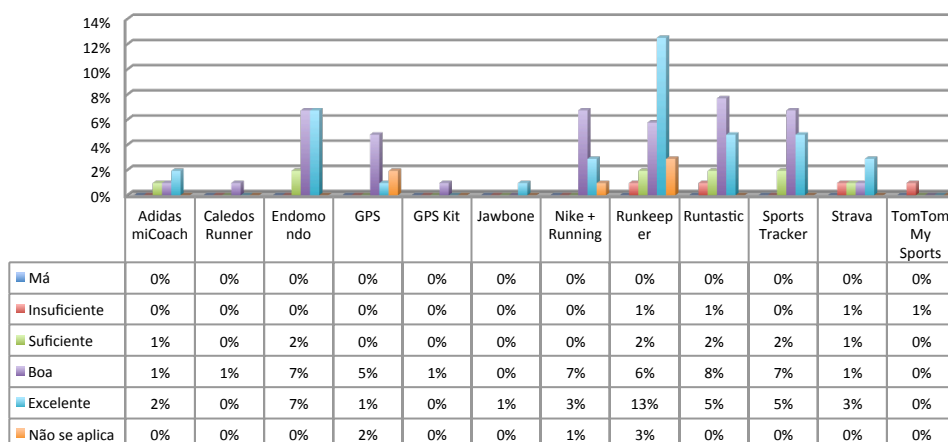


Figura 69 - Funcionamento da aplicação (interação recursos online) - partilha de informação nas redes sociais

A maioria dos utilizadores do Runkeeper afirma que esta é excelente (13%), seguindo-se por quem afirma ser boa (6%), suficiente (2%) e insuficiente (1%), chegando a existir quem diga que não se aplica (1%), o que poderá dever-se ao facto de nunca a terem utilizado, pois esta funcionalidade existe em qualquer uma das três aplicações.

No caso do Endomondo, o número de utilizadores que defendem que esta funcionalidade como excelente é o mesmo dos que dizem ser boa (7%), existindo depois uma percentagem inferior que afirma ser suficiente (2%).

Quanto ao Runtastic o número de utilizadores que diz ser boa (8%) é ligeiramente superior aos que dizem ser excelente (5%), existindo ainda quem a considere suficiente (2%) ou até mesmo insuficiente (1%).

Quanto à conexão com outros utilizadores, questionado na alínea c), os utilizadores do Runkeeper dizem na sua maioria que essa conexão é boa (9%) ou até mesmo excelente (8%) (Figura 70). Existem no entanto utilizadores que a consideram apenas suficiente (5%). Uma percentagem de 5% diz que não se aplica, o que não é de todo verdade.

No Endomondo, a grande maioria dos utilizadores diz que a conexão com outros utilizadores é suficiente (8%), seguido por quem considera boa (5%) e por último excelente (3%).

Os utilizadores do Runtastic na sua maioria consideram ser boa (7%), seguidos por quem considera suficiente (5%). Uma percentagem mais pequena considera ainda que seja excelente (2%) ou má (1%). Existe ainda um utilizador que diz não se aplicar, o que de forma similar ao Runkeeper não corresponde à verdade.

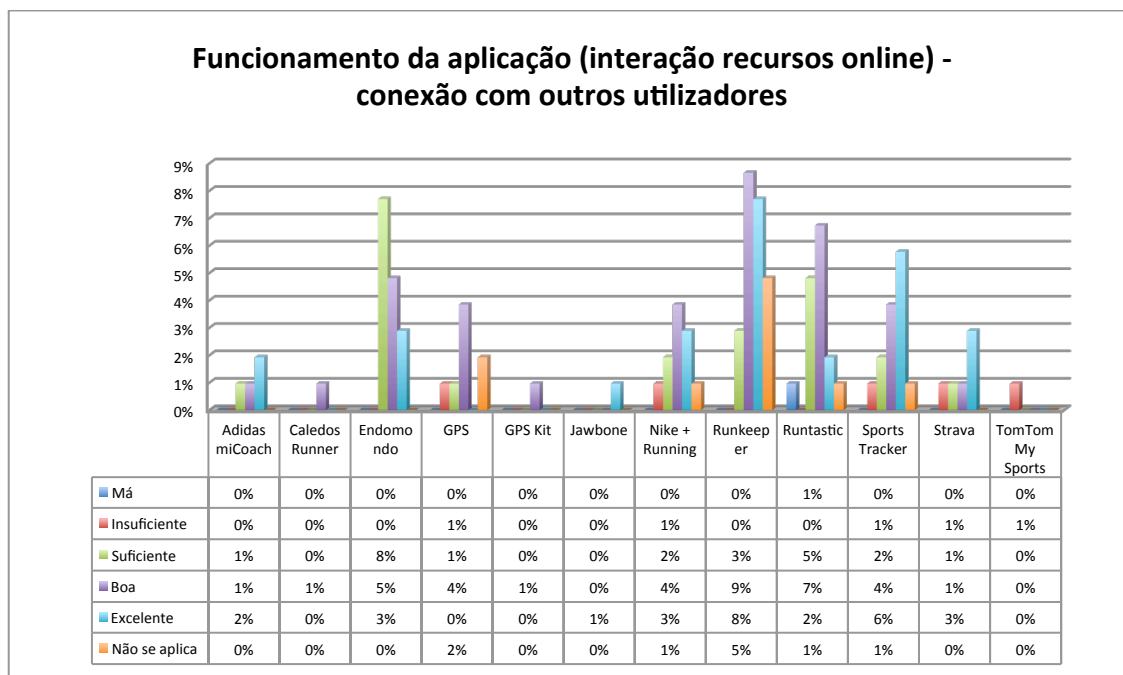


Figura 70 - Funcionamento da aplicação (interação recursos online) - conexão com outros utilizadores

Na alínea d), os utilizadores são questionados sobre o recurso a percursos/rotas criadas por outros utilizadores. Em todas as aplicações é possível utilizar percursos/rotas criadas por outros utilizadores de formas diferentes. No Runkeeper é necessário aceder online e escolher as rotas pretendidas e adicioná-las ao perfil de cada um para posteriormente serem utilizadas no dispositivo que contém a aplicação. No Endomondo, através da aplicação, basta procurar pelas rotas mais próximas. No Runtastic é necessário ser-se utilizador Pro para se conseguir ter acesso aos percursos/rotas existentes.

Analisando os resultados (Figura 71), excetuando todos os utilizadores que dizem não se aplicar, no Runkeeper a maioria dos utilizadores considera este tipo de recurso bom (8%), sendo a segunda maior percentagem a de quem a considere excelente (4%). Esta análise passa também por quem a considere suficiente e insuficiente (3% cada), existindo um utilizador que a considera má (1%).

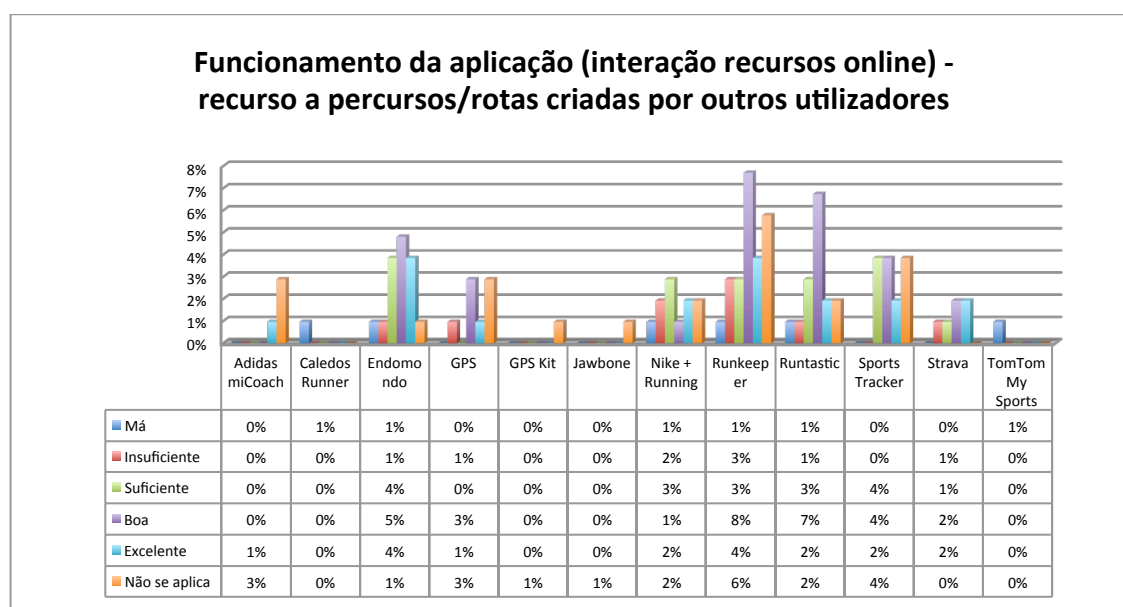


Figura 71 - Funcionamento da aplicação (interação recursos online) - recurso a percursos/rotas criadas por outros utilizadores

Os utilizadores do Endomondo consideram na sua maioria que o recurso a esta funcionalidade é bom (5%), seguindo por quem o considere em igual percentagem excelente ou suficiente (4%). Existem ainda dois utilizadores a consideram como insuficiente e mau (1% cada).

Quanto ao Runtastic a avaliação feita é muito similar ao Endomondo, com valores de percentagens diferentes devido ao número de utilizadores de cada aplicação, existindo apenas uma variação mais significativa de utilizadores que consideram esta funcionalidade boa (7%), comparativamente com os que a acham excelente (2%), suficiente (3%), insuficiente (1%) e má (1%).

A alínea e) refere uma questão que muitos utilizadores poderão não ter conhecimento, que é o recurso a atividades "live", que não são mais que atividades que podem ser seguidas online por outros utilizadores. Para isso é sempre necessário uma ligação à internet. O Runkeeper

dispõe desta funcionalidade, no entanto apenas na versão paga, já o Endomondo e Runtastic, dispõem dela na versão normal.

Analisando os resultados (Figura 72), verifica-se que uma grande parte dos utilizadores ou não sabe que as aplicações permitem utilizar atividade "live", ou então no caso do Runkeeper, não possuem a versão paga. Não considerando todos os utilizadores que dizem que esta não se aplica, a maioria dos utilizadores do Runkeeper dizem que esta funcionalidade é boa (5%), seguidos por quem diz ser suficiente (4%), existindo ainda uma percentagem inferior que diz ser excelente (2%) e insuficiente (2%). Um único utilizador diz ser má (1%).

Quanto ao Endomondo a grande maioria diz que a funcionalidade é suficiente (4%), seguido por quem diz ser boa (3%) e insuficiente (2%), chegando apenas um utilizador a dizer que é excelente (1%).

Já os utilizadores do Runtastic consideram na sua maioria que o recurso a atividades "live" é bom (5%), seguidos por quem a considere suficiente (4%), excelente (3%) e apenas dois utilizadores (1% cada) a considerar insuficiente ou má.

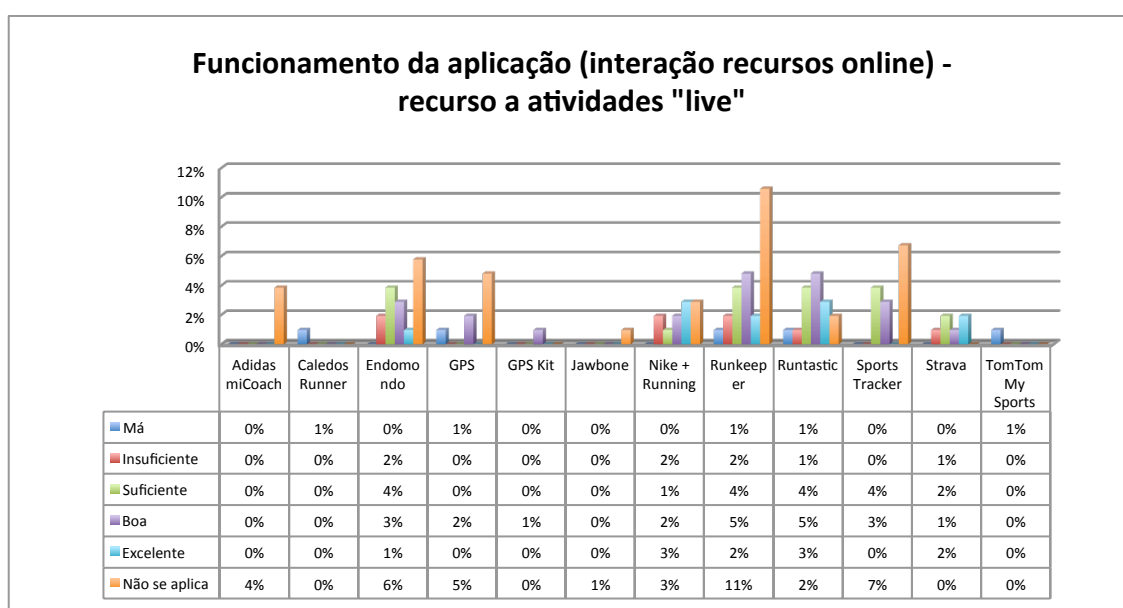


Figura 72 - Funcionamento da aplicação (interação recursos online) - recurso a atividades "live"

Na alínea f) os utilizadores são questionados sobre o recurso a desafios online (Figura 73). No entanto, o Endomondo, das três aplicações, é única em que faz sentido colocar esta questão. A resposta "não se aplica" é a mais correta para as restantes duas aplicações (Runkeeper e Runtastic), pois estas não incorporam esta funcionalidade. Isto não se verificou, ou por lapso dos utilizadores inquiridos, ou por má interpretação da pergunta.

Os utilizadores do Endomondo, na sua maioria, considera ser uma funcionalidade boa (8%), seguida por quem a considera excelente (3%) e suficiente (3%). Existiram ainda dois utilizadores (2%) que erroneamente afirmaram não se aplicar.

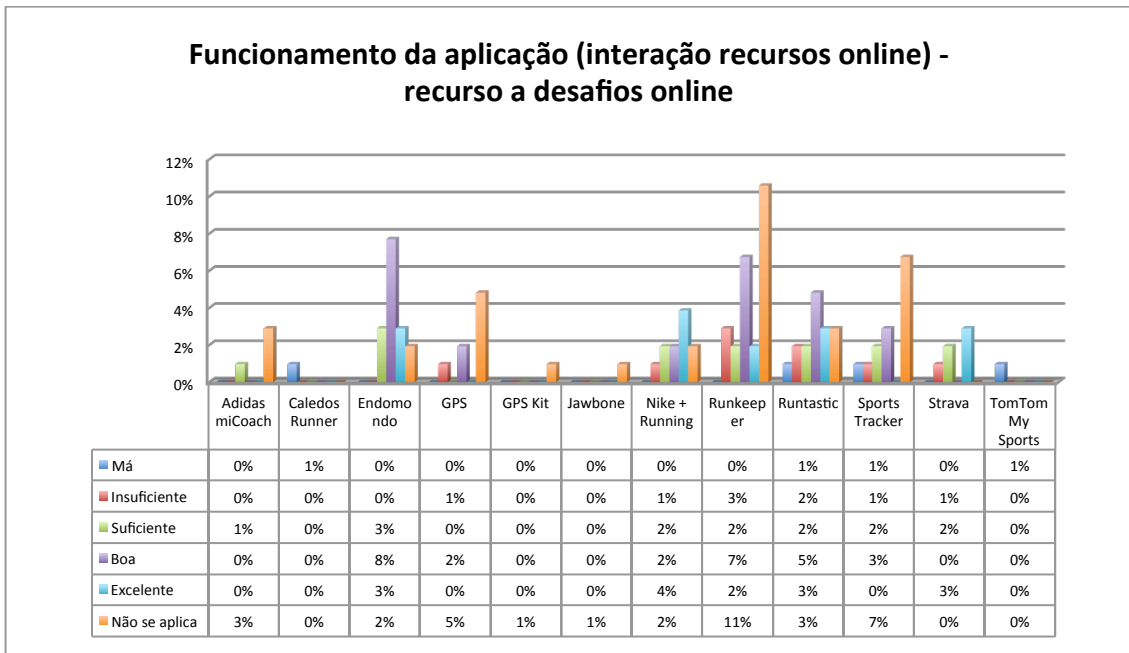


Figura 73 - Funcionamento da aplicação (interação recursos online) - recurso a desafios online

Através da alínea g) pretende-se saber o que os utilizadores pensam sobre a funcionalidade do feedback dos outros utilizadores às suas atividades.

Os resultados (Figura 74) mostram que apesar de existir ainda uma elevada percentagem de utilizadores a responder que esta funcionalidade não se aplica, acaba por não ser verdade pois o feedback por parte de outros utilizadores é possível.

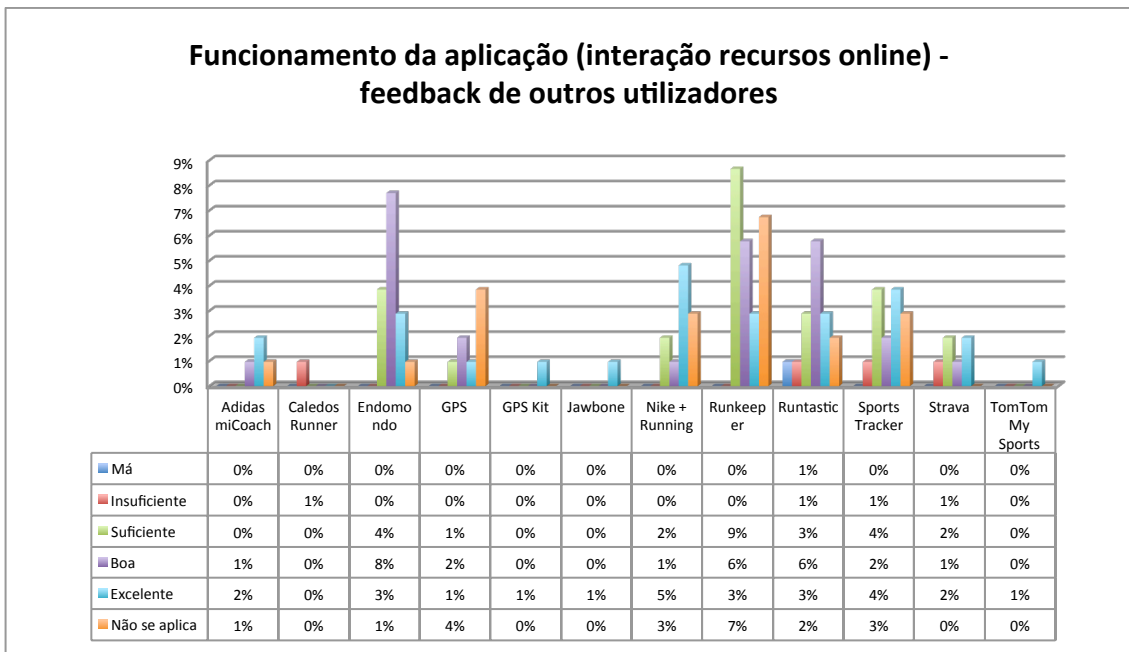


Figura 74 - Funcionamento da aplicação (interação recursos online) - feedback de outros utilizadores

Ao analisar o Runkeeper, verifica-se que a grande maioria considera a funcionalidade como sendo suficiente (9%), seguida por quem considere boa (6%) e excelente (3%).

No Endomondo a situação é um pouco diferente, sendo a grande maioria da opinião que é uma funcionalidade boa (8%), seguida por quem a considere suficiente (4%) e excelente (3%).

Relativamente ao Runtastic, a maioria das opiniões incide sobre a funcionalidade ser boa (6%), estando em igual percentagem (3%) quem a considere excelente e suficiente. Por fim existem dois utilizadores que a consideram insuficiente (1%) e má (1%).

Quando questionados na pergunta 15.1 sobre que funcionalidades, das que não se aplicam, gostariam de ver implementadas nas aplicações que utilizam, verifica-se (Figura 75) que a grande maioria opta pelo recurso a atividades "live" (30%) e recurso a desafios online (30%).

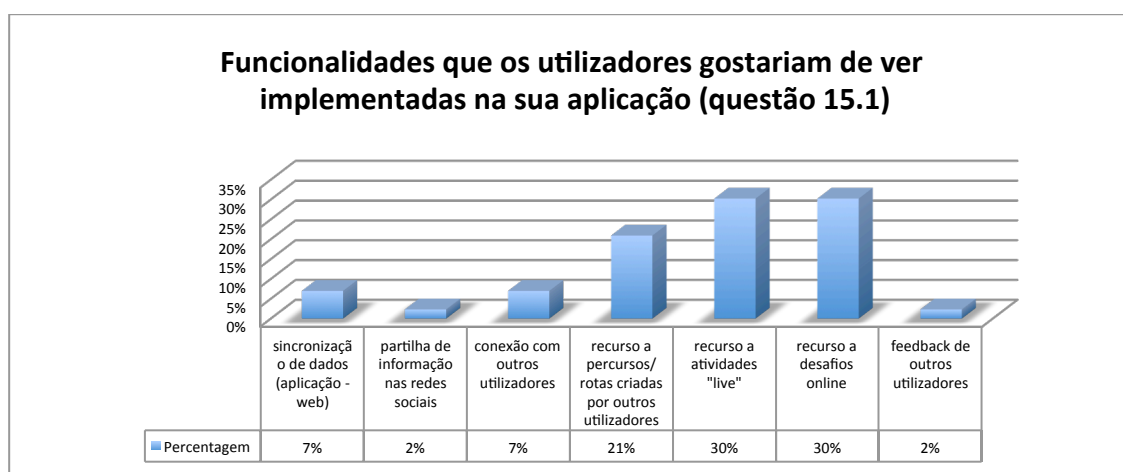


Figura 75 - Funcionalidades que os utilizadores gostariam de ver implementadas na sua aplicação (questão 15.1)

Ter em atenção, no que diz respeito às atividades "live", que existem utilizadores que referiram não se aplicar mas que estão inseridos aqui (Figura 76).

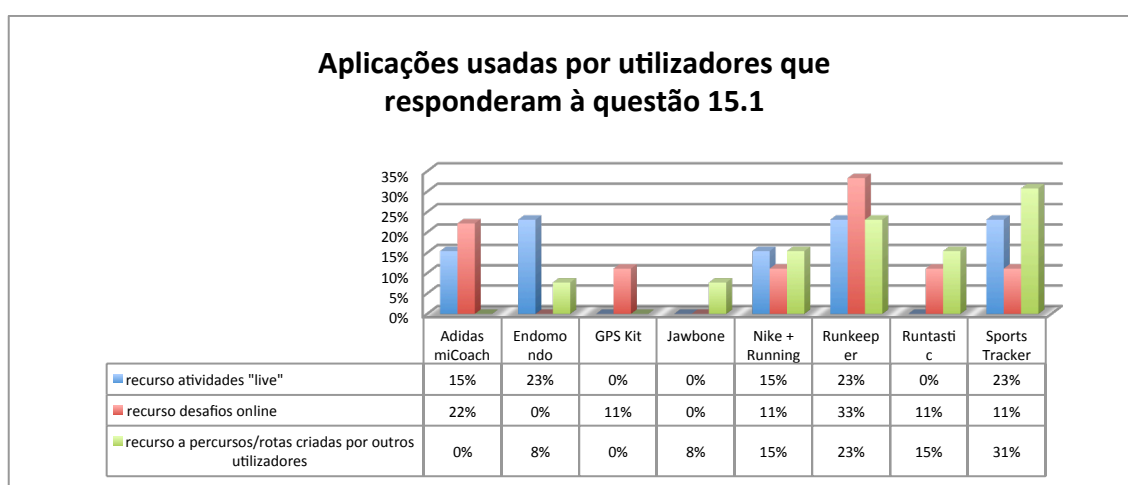


Figura 76 - Aplicações usadas por utilizadores que responderam à questão 15.1

O mesmo acontece para o recurso a desafios online. Outra funcionalidade que também é muito referida pelos utilizadores é o recurso a percurso/rotas existentes, da mesma forma, deve-se ter em atenção que as respostas aqui inseridas e ditas como não sendo aplicadas anteriormente. Com percentagens menos significativas aparece a sincronização com dados web (7%) e conexão com outros utilizadores (7%). Por fim a partilha de informação nas redes sociais e o feedback de outros utilizadores também são referidos, representando 2% cada.

A questão 16 encontra-se relacionada com o funcionamento da aplicação, em relação ao arquivo histórico e estatístico dos dados, que de forma similar às anteriores é composta por várias alíneas. Apresenta-se (Figura 77) inicialmente os resultados das respostas obtidas.

Podemos observar que as estatísticas de velocidades (45%) e estatísticas de distância (46%) têm como principal resposta a excelente. A estatística de tempo, tem uma igual percentagem (45%) de respostas para excelente e boa. As estatísticas de altitude (42%), estatísticas de calorías (40%), interligação das várias estatísticas (43%) e histórico das atividades (44%) apresentam como principal resposta a boa.

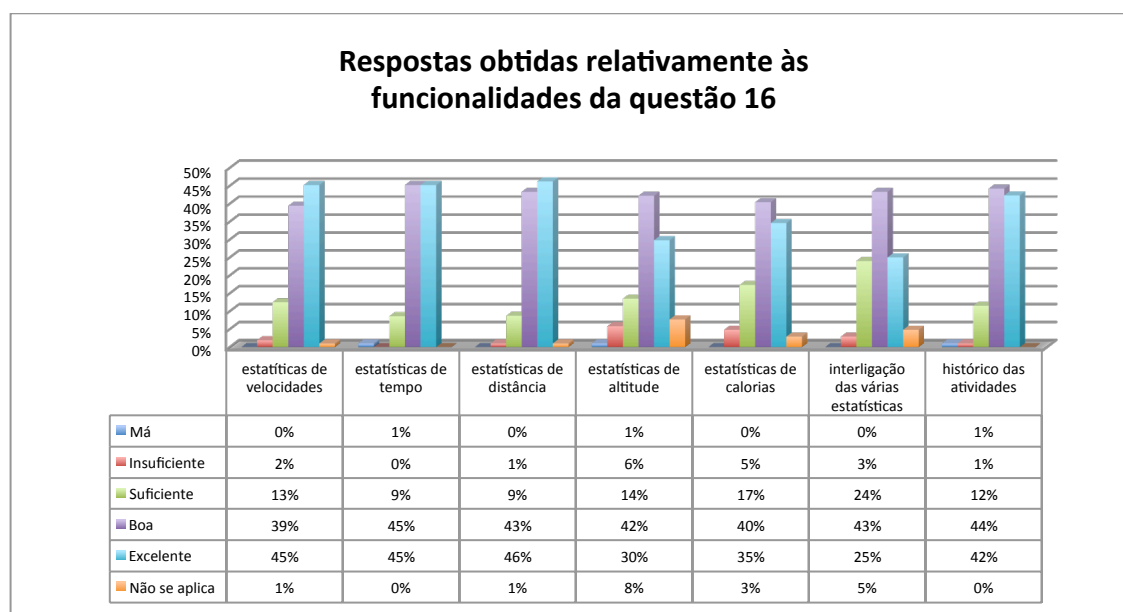


Figura 77 - Respostas obtidas relativamente às funcionalidades da questão 16

A alínea a) é referente às estatísticas de velocidade. Tendo em atenção novamente as aplicações mais usadas (Runkeeper, Endomondo e Runtastic), consegue aferir-se (Figura 78) que a maioria dos utilizadores do Runkeeper considera este recurso excelente (12%) ou bom (10%). Apenas uma minoria refere ser suficiente (2%) e um utilizador considera-o insuficiente (1%).

Quanto ao Endomondo a percentagem de utilizadores que o considera excelente ou bom é a mesma (7%), existindo dois utilizadores a consideram-no apenas suficiente (2%).

Relativamente ao Runtastic a percentagem de utilizadores a considerar o recurso excelente (7%) é superior aos que o consideram bom (6%), que por sua vez é superior a quem o considera apenas suficiente (3%).

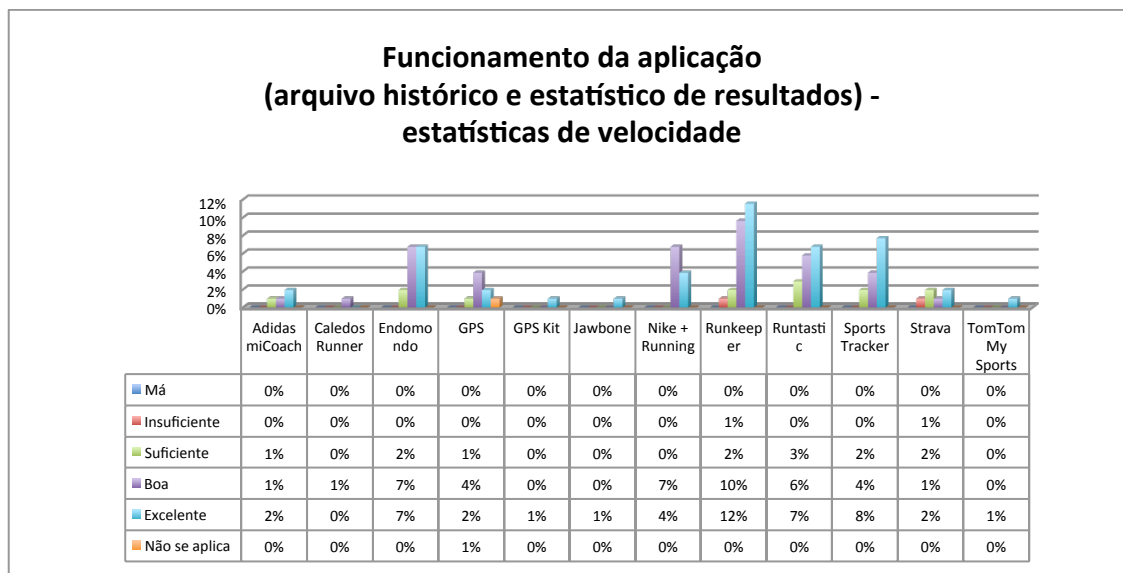


Figura 78 - Funcionamento da aplicação (arquivo histórico e estatístico de resultados) - estatísticas de velocidade

Através da alínea b) pretende-se saber o que os utilizadores pensam sobre as estatísticas de tempo. Aqui verifica-se (Figura 79) uma grande maioria em todas as aplicações que consideram de igual forma como sendo excelente ou boa (12% no Runkeeper, 7% no Endomondo e Runtastic). Existem ainda utilizadores do Endomondo e Runtastic que consideram apenas suficiente (2% cada).

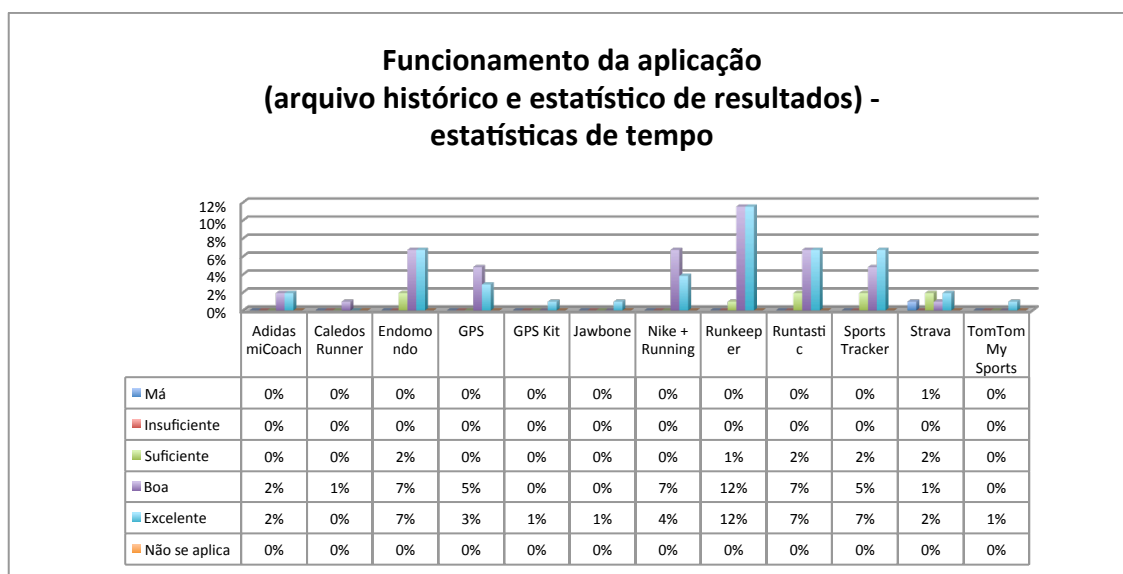


Figura 79 - Funcionamento da aplicação (arquivo histórico e estatístico de resultados) - estatísticas de tempo

Relativamente às estatísticas de distância (Figura 80), os utilizadores são questionados na alínea c). As respostas de forma similar à alínea anterior são divididas entre o excelente (13% para o Runkeeper, e 7% para o Endomono e Runtastic) e bom (11% para o Runkeeper, e 7% para o Endomono e Runtastic). Existindo utilizadores em todas as aplicações que as consideram apenas suficientes (1% no caso do Runkeeper, e 2% no caso do Endomono e Runtastic).

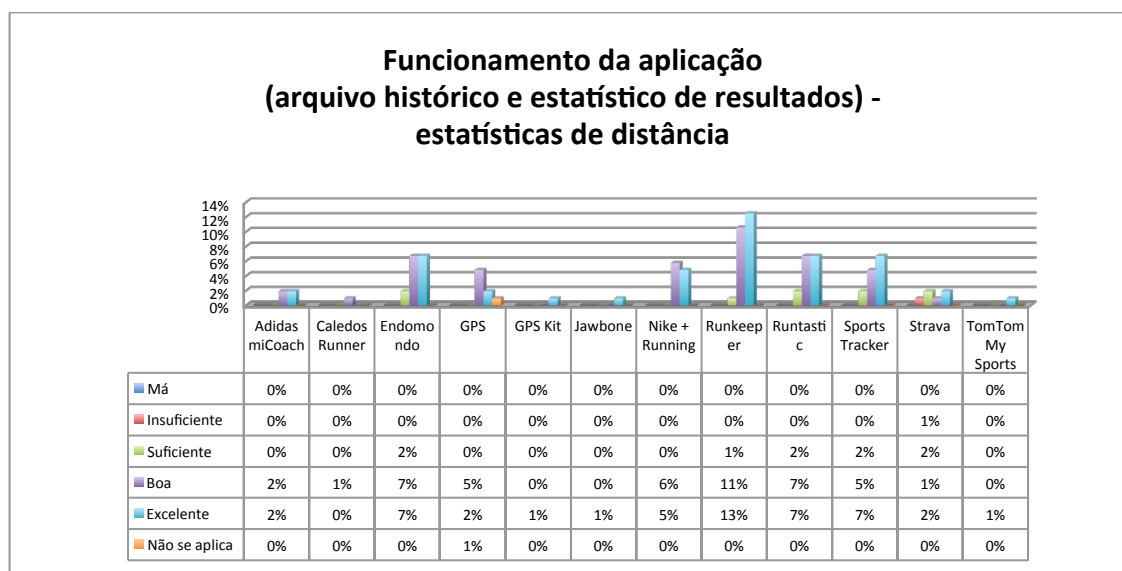


Figura 80 - Funcionamento da aplicação (arquivo histórico e estatístico de resultados) - estatísticas de distância

A alínea d) questiona os utilizadores sobre as estatísticas relacionadas com a altitude, estando os resultados obtidos na Figura 81.

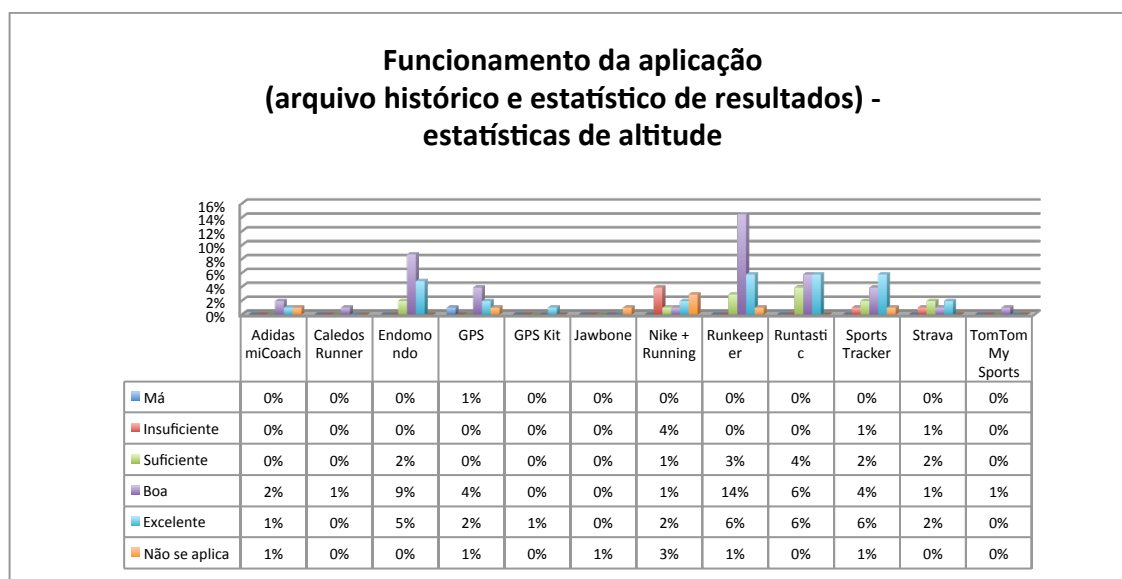


Figura 81 - Funcionamento da aplicação (arquivo histórico e estatístico de resultados) - estatísticas de altitude

Pode verificar-se que o Runkeeper (14%) e o Endomondo (9%) apresentam uma maior percentagem de utilizadores que as considera boas, seguida por quem as considera excelente (6% no Runkeeper e 5% no Endomondo). Existe ainda uma percentagem mais pequena que as considera apenas suficientes (3% no caso do Runkeeper e 2% no caso do Endomondo). Um dos utilizadores do Runkeeper respondeu que não se aplicava, o que não é verdade, existem estatísticas de altitude na aplicação.

Quanto ao Runtastic, este apresenta valores mais aproximados, sendo a percentagem de utilizadores que consideram as estatísticas de altitude excelentes e boas igual (6%), existindo ainda quem as considere suficientes (4%).

Para entender o que os utilizadores pensam sobre as estatísticas de calorias foi colocada a alínea e). Os resultados (Figura 82) mostram que os utilizadores do Runkeeper consideram na sua maioria que esta é boa (13%), seguidos por quem a considere excelente (7%). Existe no entanto uma percentagem mais baixa de utilizadores que a considera suficiente (3%) ou até mesmo insuficiente (1%). Um utilizador referiu não ser aplicável, o que é falso.

Quanto aos utilizadores do Endomondo as percentagens são mais equilibradas, estando em igual proporção (6%) os utilizadores que dizem ser excelente e os que dizem ser boa, seguidos por quem a considere suficiente (4%).

Relativamente ao Runtastic os utilizadores responderam de forma também equilibrada, pertencendo a maior percentagem a quem a considera excelente (6%), seguido por quem a considere suficiente (5%) e boa (4%), e por último por quem a ache insuficiente (1%).

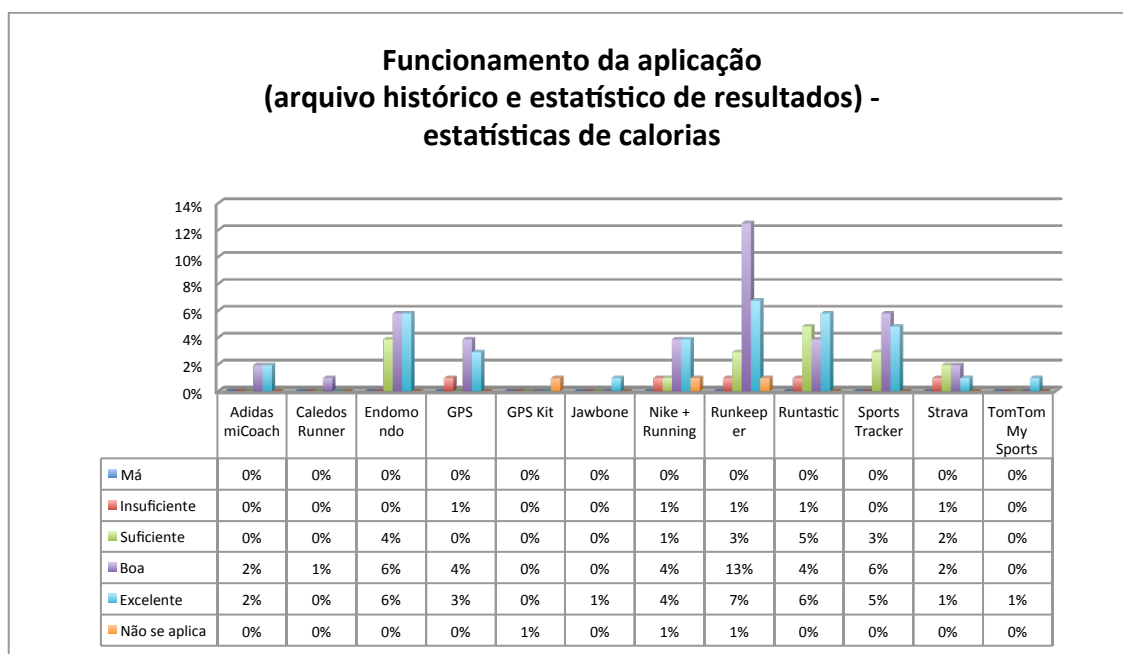


Figura 82 - Funcionamento da aplicação (arquivo histórico e estatístico de resultados) - estatísticas de calorias

Depois de questionados sobre as estatísticas anteriormente referidas, os utilizadores são questionados na alínea f) sobre a interligação das mesmas.

Da análise dos resultados (Figura 83) pode concluir-se que a grande maioria dos utilizadores do Runkeeper considera que esta é boa (14%), seguido por quem a considera excelente (4%) e suficiente (3%). Existe ainda quem diga que esta é insuficiente (1%), ou que não se aplica (1%), o que novamente não é correto, pois existe essa interligação.

Em relação ao Endomondo, a maior percentagem considera boa (7%), seguida pelo suficiente (6%) e em último excelente (3%).

O Runtastic apresenta iguais percentagens (5%) para o excelente, boa e suficiente, existindo um utilizador (1%) que refere não ser aplicável.

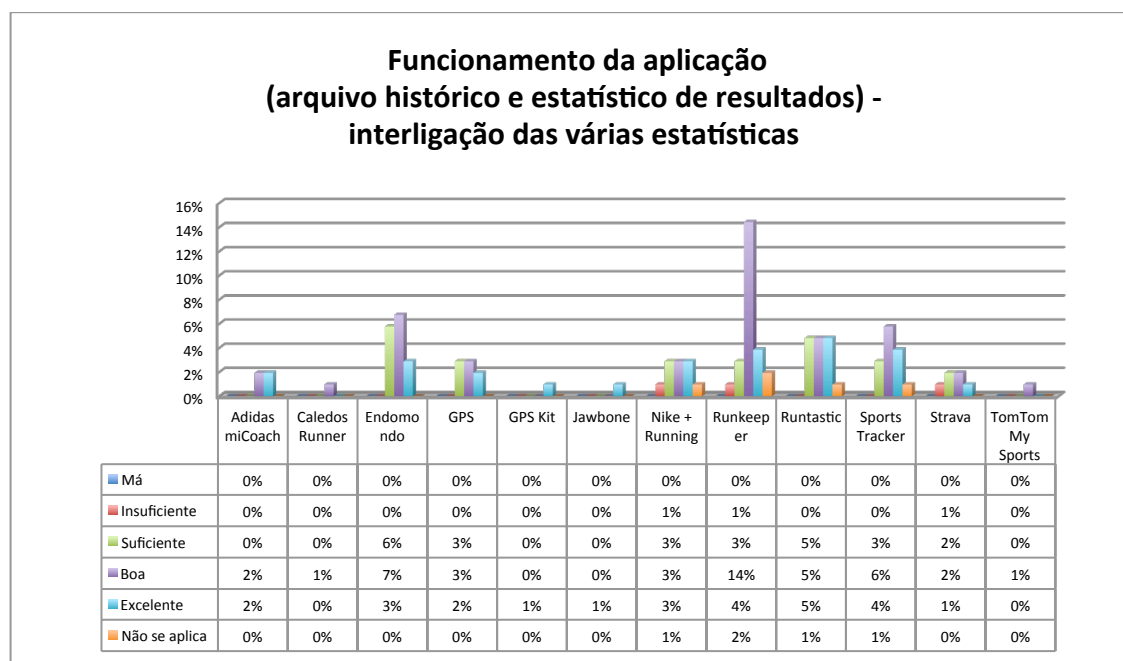


Figura 83 - Funcionamento da aplicação (arquivo histórico e estatístico de resultados) - interligação das várias estatísticas

Na alínea g), os utilizadores são inquiridos sobre o histórico de atividades. Neste caso (Figura 84), a maioria das respostas divide-se entre quem as considere excelentes e boas.

No Runkeeper, a maioria considera como sendo bom (13%), seguido pelo excelente (11%), existindo um utilizador que o considera mau (1%).

Já no Endomondo e Runtastic, a maioria dos utilizadores considera o histórico de atividades excelente (7% e 8% respetivamente), seguido por quem o considera bom (6% para ambos) e por último apenas suficiente (3% no caso do Endomondo e 2% no caso do Runtastic).

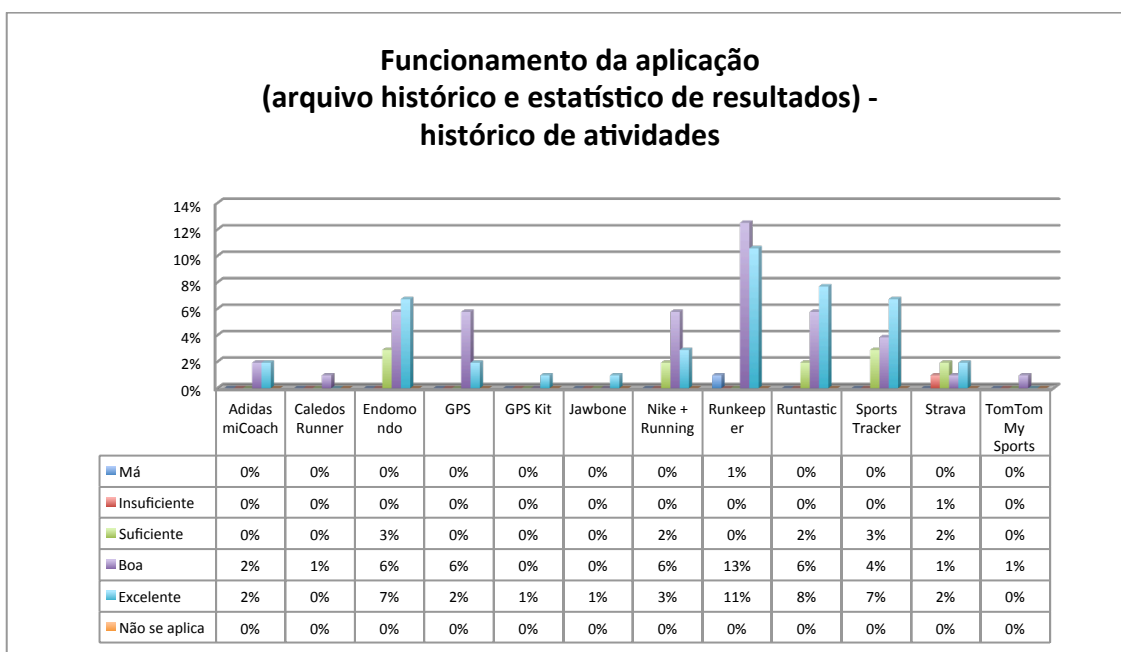


Figura 84 - Funcionamento da aplicação (arquivo histórico e estatístico de resultados) - histórico de atividades

Relativamente à análise (Figura 85) das funcionalidades não existentes e que gostariam de ver implementadas na aplicação que utilizam, referentes às alíneas anteriores, os 8 utilizadores que reponderam, selecionaram apenas três delas: estatísticas de altitude (50%), estatísticas de calorías (25%), interligação das várias estatísticas (25%).

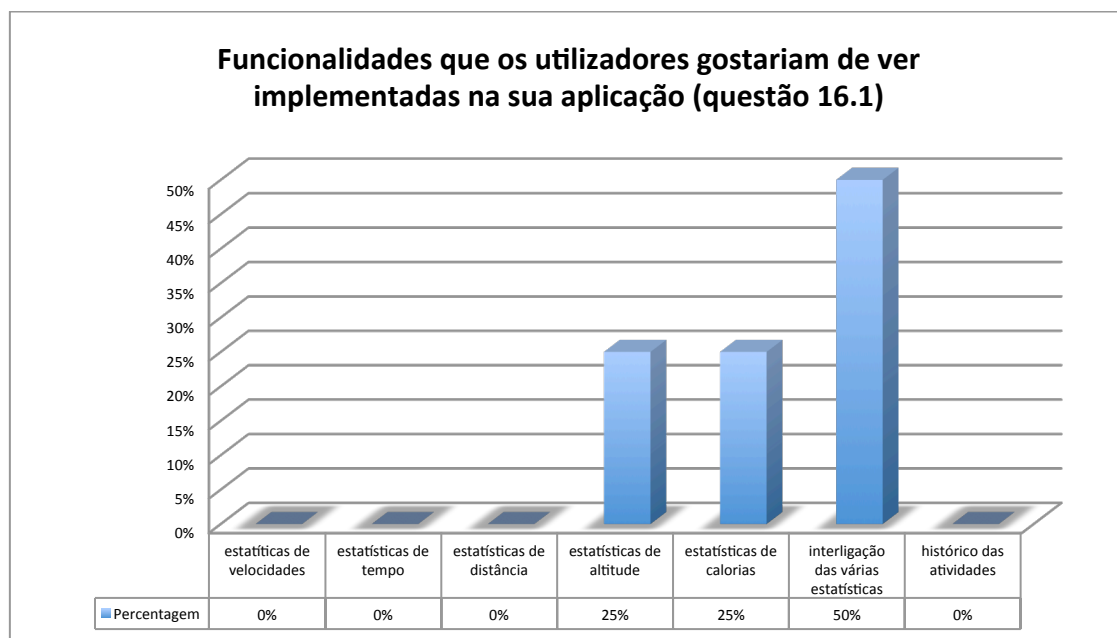


Figura 85 - Funcionalidades que os utilizadores gostariam de ver implementadas na sua aplicação (questão 16.1)

Tendo em atenção a Figura 86, onde estão representadas quais as aplicações usadas em cada uma das situações, pode verificar-se que estas respostas não são corretas, pois todas existem nas aplicações referidas (Nike + Running, Runkeeper, Runtastic e Sports Tracker).

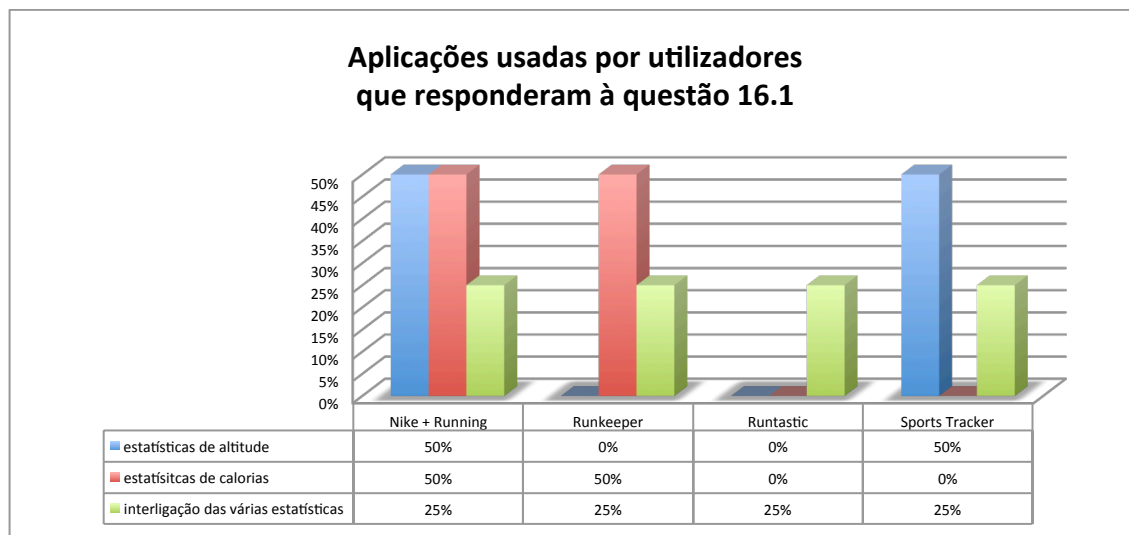


Figura 86 - Aplicações usadas por utilizadores que responderam à questão 16.1

A questão 17 pretendia perceber quais as funcionalidades, que ainda não tivessem sido referidas, que os utilizadores pretendiam ver incluídas na aplicação que utilizam. As respostas obtidas foram as seguintes:

- funcionar como rede social para desportistas das mesmas atividades;
- *check points* indicando intervalos de tempo no mapa, e não apenas por quilómetro;
- o utilizador poder criar voltas, ou pontos de controlo no próprio mapa;
- controlar as pedaladas por minuto;
- feedback visual;
- exportação/importação de dados para outras aplicações;
- menos publicidade;
- perfil do utilizador com dados pessoais como peso, idade e altura;
- possibilidade de utilizar na mesma aplicação várias modalidades instantaneamente (e.g. triatlo).

Através da questão 18 tentou-se apurar os critérios a ter em conta para o dispositivo utilizado durante as atividades físicas, no caso da escolha de um novo.

Nesta análise (Figura 87), visto ser uma pergunta de múltipla escolha cada utilizador poderia ter escolhido mais que um critério.

A impermeabilidade foi dos critérios mais escolhidos, tendo sido referido por 57 utilizadores (22%). Resistência a choques foi o segundo critério mais referido, neste caso por 47 utilizadores (18%). Existem 44 utilizadores (17%) que se encontram satisfeitos com o dispositivo que têm, no entanto apenas 24 deles responderam apenas a esse ponto, os restantes, além desse responderam a outros critérios.

Existem 25 utilizadores (10%) que consideram passar a utilizar um *smartwatch* autónomo e 15 (6%) que consideram interligar um *smartwatch* ao dispositivo atual. A interação por voz é um dos critérios também escolhidos por 13 utilizadores (5%).

Relativamente a critérios relacionados com o peso do dispositivo, 24 utilizadores (9%) preferem um peso inferior, não existindo nenhum que prefira com peso superior. Quanto a dimensões do dispositivo, 17 utilizadores (6%) preferiam dimensões menores ao invés de 4 (2%) que as preferiam maiores. Nas dimensões do ecrã a preferência vai para ecrãs maiores por 10 utilizadores (4%) e 4 (2%) para ecrãs menores.

Por último, 3 utilizadores (1%) referiram que preferiam outros critérios não referenciados, entres os quais: melhor grafismo, um dispositivo próprio para o efeito, inclusão de relógio com dispositivo cárdio.

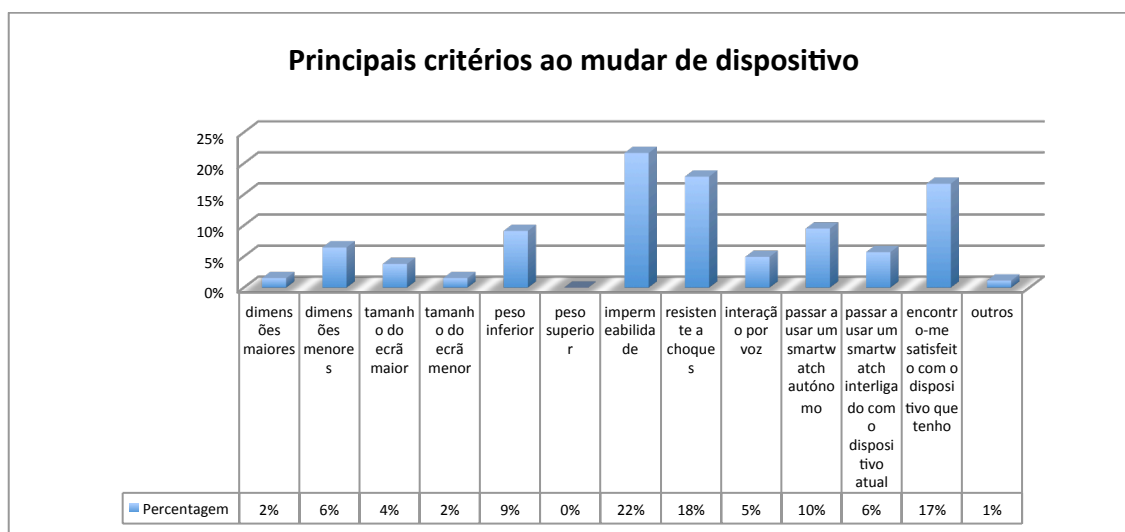


Figura 87 - Principais critérios ao mudar de dispositivo

Fazendo uma análise sumária de todas as respostas obtidas a partir do questionário, verificamos o seguinte que a grande maioria dos utilizadores são do sexo masculino. Apesar de ter uma margem relativamente pequena comparativamente com a faixa etária dos 26 a 33 anos, a faixa etária dos 34 a 41 anos é a mais significativa.

Relativamente ao dispositivo mais utilizado, verifica-se que é o smartphone Android, aparecendo em segundo lugar o iPhone, por sua vez a marca mais utilizada é o Apple iPhone, seguida pela Samsung.

A nível das atividades físicas mais praticadas, aparece a corrida, o ciclismo e a caminhada, sendo praticadas pela maioria 2 a 3 vezes por semana. Para essa prática entre as aplicações mais conhecidas, encontra-se o Runkeeper, Endomondo e Nike + Running. Falando das mais utilizadas a situação é um pouco diferente estando o Runkeeper, Endomondo e o Runtastic no topo.

A forma como a maioria dos utilizadores tiveram conhecimento da aplicação/dispositivo que utilizam atualmente foi em grande percentagem através de amigos e também uma boa percentagem por pesquisa, sendo essa aplicação/dispositivo utilizada regra geral há mais de dois anos. É necessário ter em atenção que a maioria dos utilizadores nunca usou outra aplicação/dispositivo.

Visto que, além da aplicação, os utilizadores recorrem a outras funcionalidades, a mais utilizada é normalmente o leitor de música. Este poderá ser um dos motivos em conjunto com as outras funcionalidades extra que se encontrem ativas, como é o caso dos dados que normalmente os utilizadores referem estar 100% online, que leva o consumo médio da bateria rondar os 11 a 25% em uma hora de utilização.

Quanto a questões de facilidade de interação com a aplicação, a maioria das respostas considera boa, sendo da opinião de alguns utilizadores que a personalização dos menus deveria ser implementada nas suas aplicações.

Tendo em atenção as funcionalidades internas da aplicação, a maioria dos utilizadores também as considera boas achando que a conexão ao monitor de frequência cardíaca deveria ser possível na aplicação usada.

Relativamente às funcionalidades que permitem a interação com recursos online, foram consideradas boas por maioria dos utilizadores, existindo sempre uma margem de funcionalidades consideradas como não aplicadas com especial destaque para recurso a atividades "live" e recurso a desafios online.

Em relação ao arquivo histórico e estatístico de resultados, as opiniões encontram-se divididas entre a resposta excelente e boa sendo considerada com maior percentagem a funcionalidade que deveria ser implementada a interligação das várias estatísticas.

Os principais aspetos que os utilizadores teriam em conta ao mudar de dispositivo seria a impermeabilidade, a resistência a choques tendo mesmo assim muitos deles respondido que se encontravam satisfeitos com o dispositivo que têm.

5.2 Comparação dos resultados obtidos a nível de funcionalidades com as aplicações móveis existentes

Comparando a anterior análise dos resultados obtidos (ver 5.1) com as aplicações referidas em 4.2.1, pode-se observar o que já existe e possíveis melhorias para essas aplicações, encontrando-se descrito a seguir.

Começando pelas funcionalidades de interação com a aplicação, ao nível do processo de registo, apenas na Runkeeper e Nike+ Running este pode ser feito através aplicação, sendo todos possíveis através da página da respetiva aplicação. Exceptuando a Nike+ Running é possível recorrer a contas das redes sociais para que o processo seja mais rápido e não seja

necessário preencher todos os campos de dados, que são usualmente, nome de utilizador, e-mail e palavra chave.

Relativamente ao processo de autenticação, este é simples e intuitivo em todas elas, ficando este gravado automaticamente nos dispositivos. Aqui poderão ser utilizadas novamente as redes sociais, exceptuando na aplicação Nike+ Running.

No que se refere às ajudas de interação com a aplicação, todas as aplicações as têm, apesar de apresentadas de maneiras diferentes.

Quanto ao número de idiomas disponíveis, todas têm vários idiomas, sendo o inglês comum a todas elas. No entanto as aplicações Runtastic e Nike+ Running o idioma escolhido é o idioma definido no sistema operativo e, caso esse não exista na aplicação, por defeito é assumido o idioma inglês. Já no caso do Runkeeper, o idioma pode ser escolhido na aplicação.

A personalização dos menus não é uma funcionalidade que esteja integrada na Nike+ Running, existindo no Runtastic e Runkeeper de uma forma muito simples.

A nível do aspeto gráfico, é algo que depende do gosto do utilizador que se encontra a usar a aplicação, embora a maioria dos utilizadores se tenham mostrado satisfeitos com esta componente.

Referindo-nos à duração da bateria, esta não depende somente das aplicações mas também das restantes funcionalidades existentes a decorrer, assim como dos próprios dispositivos e própria capacidade das baterias, apresentando no entanto valores satisfatórios para a maioria dos utilizadores.

Em forma de resumo é apresentada a Tabela 12 que mostra através do sinal mais (+) as funcionalidades de interação com a aplicação referidas antes as existentes, e do sinal menos (-) as não existentes.

Tabela 12 - Funcionalidades de interação com a aplicação existentes nas aplicações apresentadas

Funcionalidades	Runtastic	Nike+ Running	Runkeeper
a) processo de registo	+	+	+
b) processo de autenticação	+	+	+
c) ajudas de interação com a aplicação	+	+	+
d) número de idiomas disponíveis	+	+	+
e) configuração de unidades de medida (métrico/imperial)	+	+	+
f) personalização dos menus	+	-	+
g) aspeto gráfico	+	+	+
h) duração da bateria	+	+	+

Tendo em atenção as funcionalidades internas da aplicação e começando pela criação de planos de treinos personalizados, pode verificar-se que a mesma só se encontra presente no Runkeeper, não acontecendo no Runtastic nem no Nike+ Running.

Relativamente ao recurso a planos de treino existentes, em todas as aplicações isso é possível, no entanto no caso do Runtastic, estes são pagos.

A nível da diversidade de atividades disponíveis, o Nike+ Running é a única que é totalmente direcionada para a corrida. Nas outras aplicações é possível escolher entre várias atividades diferentes.

Quanto à visualização do percurso que se encontra a fazer no mapa, esta é possível em todas as aplicações. Este pode ser visto em modo normal (vector) em todas elas, e em modo satélite no caso do Runtastic e Runkeeper. No caso do Nike + Running, o traçado do mesmo apresenta cores diferentes conforme as velocidades/ritmos atingidos.

A associação de fotografias ao treino é também possível em todas as aplicações, acontecendo o mesmo com o feedback áudio durante as atividades.

Relativamente à conexão com um monitor de frequência cardíaca esta só é possível nas aplicações Runtastic e Runkeeper, não sendo suportada na Nike+ Running.

Falando do leitor de música integrado. Em todas as aplicações é possível utilizar sem sair da aplicação um leitor de música. Na aplicação Runtastic é necessário descarregar um leitor de música (Runtastic Music) que depois fica associado à aplicação. O Nike+ Running já inclui o leitor integrado e o Runkeeper utiliza o leitor padrão que vem com o dispositivo.

De forma similar às funcionalidades anteriores, em forma de resumo é apresentada a Tabela 13 que mostra através do sinal mais (+) as funcionalidade de interação com a aplicação referidas antes existentes, e do sinal menos (-) as não existentes.

Tabela 13 - Funcionalidades internas da aplicação existentes nas aplicações apresentadas

Funcionalidades	Runtastic	Nike+ Running	Runkeeper
a) criação de planos de treino personalizados	-	-	+
b) recurso a planos de treino existentes	+	+	+
c) diversidade de atividades disponíveis	+	-	+
d) visualização do percurso no mapa	+	+	+
e) associação de fotografia ao treino	+	+	+
f) feedback áudio durante a atividade	+	+	+
g) conexão do monitor de frequência cardíaca	+	-	+
h) leitor de música integrado	+	+	+

Quanto às funcionalidades que permitem a interação com os recursos online, a sincronização de dados (aplicação-web) é possível em todas as aplicações referidas, sendo esta feita automaticamente.

Relativamente à partilha da informação nas redes sociais, também é possível em todas as aplicações, no entanto esta pode ser controlada pelo utilizador, podendo ser desativada.

A conexão a outros utilizadores também pode ser realizada em qualquer uma das aplicações.

O recurso a percursos/rotas criadas por outros utilizadores, no Nike+ Running não é possível, sendo possível no Runtastic, mas no entanto apenas na versão PRO, ao contrário do Runkeeper que na versão grátis, é possível descarregar percursos/rotas criadas por outros utilizadores.

Quanto a recurso a atividades “live”, o Runtastic permite a sua utilização na versão grátis, ao contrário do Runkeeper que só a permite na versão paga. Já o Nike+ Running, não tem esta funcionalidade disponível.

Relativamente ao recurso a desafios online, estes existem para o Nike+ Running e o Runkeeper. Para o Runtastic, este existe também existe mas apenas na versão PRO.

O feedback de outros utilizadores é uma funcionalidade que existe em todas as aplicações, sendo normalmente apresentadas através da escrita ou do áudio.

Em resumo é apresentada a Tabela 14 que mostra através do sinal mais (+) as funcionalidade de interação com a aplicação referidas antes existentes, e do sinal menos (-) as não existentes.

Tabela 14 - Funcionalidades que permitem interação com recursos online existentes nas aplicações apresentadas

Funcionalidades	Runtastic	Nike+ Running	Runkeeper
a) sincronização de dados (aplicação-web)	+	+	+
b) partilha de informação nas redes sociais	+	+	+
c) conexão com outros utilizadores	+	+	+
d) recurso a percursos/rotas criadas por outros utilizadores	+	-	+
e) recurso a atividades “live”	+	-	+
f) recurso a desafios online	+	+	+
g) feedback de outros utilizadores	+	+	+

No que se refere ao arquivo histórico e estatístico de resultados, todas as aplicações referidas têm estatísticas de velocidade, tempo, distância e calorias, assim como interligação das mesmas. Quanto a estatísticas de altitude apenas não é suportada pela Nike+ Running. É possível também visualizar o histórico de atividades em cada uma delas.

A Tabela 15 mostra um resumo de forma semelhante às tabelas anteriores destas funcionalidades.

Tabela 15 - Funcionalidades relacionadas com arquivo histórico e estatístico de resultados existentes nas aplicações apresentadas

Funcionalidades	Runtastic	Nike+ Running	Runkeeper
a) estatísticas de velocidade	+	+	+
b) estatísticas de tempo	+	+	+
c) estatísticas de distância	+	+	+
d) estatísticas de altitude	+	-	+
e) estatísticas de calorias	+	+	+
f) interligação de várias estatísticas	+	+	+
g) histórico de atividades	+	+	+

5.3 Principais funcionalidades a implementar numa aplicação móvel

Após a análise geral descrita anteriormente, sobre todas as questões colocadas no inquérito, neste ponto falar-se-á em maior detalhe sobre uma possível implementação de uma aplicação nesta área.

Para satisfazer as necessidades dos utilizadores seria necessário criar uma aplicação específica para cada um deles, pois cada pessoa tem ideias e objetivos diferentes. Através desta secção vão identificar-se as funcionalidades, sendo feitas observações às mesmas tendo em atenção o que foi dito ao longo deste trabalho, assim como sugestões dadas pelos utilizadores inquiridos, com vista a conseguir chegar às funcionalidades a utilizar numa aplicação para atividades físicas tipo, pretendidas pela maioria dos utilizadores.

Começando pelo tipo de dispositivos onde iria ser implementada a aplicação, a aposta incidiria sobre os smartphones Android, iPhones e Windows Phones. Independentemente do sistema operativo o objetivo é criar uma aplicação o mais similar possível em todos eles.

Começando a olhar para a interação dos utilizadores com a aplicação e, tendo em atenção o que foi dito anteriormente, existem as seguintes funcionalidades a observar, como é o caso do processo de registo, sendo esta uma funcionalidade que tem a possibilidade de ser feita diretamente na aplicação através do dispositivo móvel ou através da página web que normalmente está associado à mesma. Este processo de registo poderá ser também realizado utilizando o recurso às contas das redes sociais (e.g. conta do facebook). Conforme sugerido por um utilizador que respondeu ao questionário, o perfil do utilizador poderá ter dados como o peso, idade e altura, que posteriormente interligados com outras bases de dados poderiam ajudar a adequar os tipos de treino por exemplo.

Relativamente à personalização dos menus, olhando para a análise feita, verifica-se que se trata de uma funcionalidade em que uma grande percentagem dos inquiridos gostaria de ver implementada nas aplicações que utilizam. Trata-se de um recurso que deve ser implementado para que seja possível a cada utilizador personalizar os menus conforme as suas preferências e objetivos.

Quanto à duração da bateria, esta depende do tipo de dispositivo que está a ser utilizado assim como das restantes funcionalidades que estejam a ser executadas em simultâneo, assim como da capacidade da mesma, conforme já referido anteriormente, como é o caso de funcionalidades iguais às descritas na pergunta 11 (mapa GPS independente, leitor de música, meteorologia, notícias, redes sociais, entre outros). Na conceção da aplicação deverão ter-se em conta os métodos, rotinas, funções, entre outros, usados para conseguir otimizar a aplicação, de forma a que não haja necessidade de estarem a ser consumidos recursos desnecessários que levarão a um maior consumo de bateria.

Relativamente às funcionalidades internas da aplicação, a criação de planos de treino personalizados é um dos recursos mais pretendidos pelos utilizadores inquiridos nas suas

aplicações, e quando vista sob o ponto de satisfação dos utilizadores que a têm na sua aplicação/dispositivo há uma grande variação de opiniões. É um recurso útil para quem goste de criar os seus treinos e não se socorrer apenas dos existentes. Existe ainda a possibilidade de poder criar planos de treino que possam ser integrados num calendário, sendo também possível em cada treino alterar os objetivos do mesmo, como por exemplo correr durante um determinado período de tempo, por número de quilómetros, por consumo de calorias, dentro de um ritmo cardíaco, dentro de uma velocidade alvo, ou outros. Poder conjugar os objetivos atrás descritos assim como inserir repetições para tornar mais simples de criar o treino. Outra possibilidade é a de alterar planos de treino existentes.

A nível da diversidade de atividades disponíveis, deve ser possível aos utilizadores poderem escolher pelo menos três tipos atividades (corrida, ciclismo e caminhada), que são as mais utilizadas segundo as respostas obtidas. No entanto ao contrário do que a maioria das aplicações existentes fazem, que mal as diferenciam a nível das opções de avaliação e controlo existentes, estas deveriam ter opções diferentes consoante o tipo de atividade. Conforme referido por um utilizador, no caso do ciclismo, deveria ser possível contabilizar o número de pedaladas por minuto, apesar de neste caso ser necessário utilizar um sensor de cadência de velocidade, por exemplo, ou então, no caso da caminhada, contabilizar o número de passos dados através de um pedómetro associado à aplicação. Além disso existe um outro utilizador que sugere a possibilidade de utilizar a mesma aplicação em várias modalidades instantaneamente (e.g. triatlo), seguido o exemplo de *sport watches* referidos. Quanto a esta diversidade de atividades, pode ser outra solução existir uma aplicação principal e permitir acrescentar “módulos” de atividades físicas, consoante o que o utilizador pretende.

A visualização do percurso no mapa, conforme as aplicações apresentadas, deve ser possível. Pode aparecer também a indicação através de *check points* no mapa dos intervalos dos quilómetros percorridos, que vai de encontro com uma sugestão de um utilizador que refere a criação de *check points*, indicando intervalos de tempo no mapa além dos quilómetros normalmente já existentes. Este recurso deve estar presente utilizando mapas com vista normal (vetoriais) ou mapas com vista satélite. Apesar de esta funcionalidade já existir em aplicações, há utilizadores a sugerir a possibilidade de criar pontos de controlo no próprio mapa, ficando assim com *check points* georreferenciados, que servem para definir por exemplo um local para beber água, uma casa de banho, entre outros, que poderá ser útil para esse utilizador ou para posteriormente ser partilhado para outros. A associação de fotografia ao treino é uma funcionalidade existente em aplicações, como as referidas. É uma opção a integrar tendo em atenção a georreferenciação da mesma, podendo também ser adaptada ao mapa do percurso de forma similar aos *check points*.

O feedback áudio durante atividade também é solicitado por alguns inquiridos, sendo no entanto uma funcionalidade existente na maioria das aplicações. O utilizador é assim informado dos tempos que se encontra a fazer, dos quilómetros percorridos, entre outras informações pertinentes. Um utilizador sugeriu feedback visual, que poderá ser tão importante como o feedback áudio no caso de este ir com o dispositivo numa posição que lhe permita ver o ecrã.

A conexão do monitor de frequência cardíaca às aplicações/dispositivos é uma das funcionalidades mais solicitada pelos utilizadores inquiridos. Trata-se de um recurso muito importante que para quem quer tirar o máximo proveito do seu treino e também de dados referentes ao mesmo. Devido ao facto de existirem uma diversidade de equipamentos para monitorização da frequência cardíaca, a integração com a maioria destes é de todo uma mais-valia. Entre os quais, encontram-se sensores com a tecnologia Bluetooth Smart (ver 4.4.1) e ANT (ver 4.4.2).

Quanto ao leitor de música integrado, é também um recurso que uma boa percentagem de utilizadores inquiridos gostaria de ver implementada. Além da possibilidade de se utilizar em simultâneo com a aplicação, o leitor de música existente em grande parte dos dispositivos móveis, como acontece com algumas aplicações já referidas, pode ser integrado um leitor de música da própria aplicação, o que já acontece também, em aplicações como as referidas.

Quanto às funcionalidades que permitem a interação com os recursos online, o recurso a percursos/rotas criadas, que apesar de ser já uma funcionalidade existente em várias aplicações, tem uma percentagem relevante na solicitação de implementação por utilizadores inquiridos. O identificar rotas e percursos feitos ou utilizados por outros utilizadores, pode levar um utilizador a identificar possíveis locais para a prática das suas atividades.

O recurso a atividades “live”, atividades estas que podem ser seguidas em tempo real por outros utilizadores, acaba por estar nas funcionalidades mais solicitadas para implementação pelos utilizadores inquiridos. Tendo em atenção que existem aplicações como as referidas onde este tipo de recurso já se encontra implementado, como o caso do Runtastic por exemplo. Existindo ainda a possibilidade de quem está a assistir à atividade de dar incentivos através do feedback áudio, ao utilizador que a está a praticar.

Relativamente ao recurso a desafios online, aproximadamente um terço dos utilizadores dizem pretender que esta funcionalidade seja implementada na aplicação que utilizam. Com esta funcionalidade pretende-se lançar vários tipos de desafios, como ver quem faz mais quilómetros num mês, quem corre mais horas numa semana, quem faz um determinado percurso no menor tempo, etc. Estes desafios podem ser criados por outros utilizadores ou pelos próprios criadores da aplicação, ficando depois registados na conta do utilizador, sendo um modo de o incentivar à prática das suas atividades de uma forma diferente. É uma funcionalidade existente em aplicações como as referidas anteriormente.

Relativamente ao arquivo histórico e estatístico de resultados, existem vários tipos de estatísticas a ser implementadas:

- estatísticas de velocidade;
- estatísticas de tempo;
- estatísticas de distância;
- estatísticas de altitude;
- estatísticas de calorías;
- estatísticas de ritmo cardíaco.

Estas estatísticas são as usualmente mais conhecidas e pretendidas pelos utilizadores deste tipo de aplicações. No entanto além das estatísticas individuais, deve ser possível fazer uma interligação das várias estatísticas, fazendo comparações entre elas, sendo isto visível na grande percentagem de utilizadores inquiridos que gostaria de ver esta funcionalidade implementada nas suas aplicações.

Quanto ao histórico de atividades, deve ser possível visualizar, como já acontece com as aplicações descritas, quaisquer umas das estatísticas referidas anteriormente durante um determinado período de tempo (e.g. último mês, último ano, ...), assim como o número de ocorrências por tipo de atividade ou por todas as atividades, assim como estatísticas de qualquer género gerais ou parciais associadas.

Entre outras funcionalidades sugeridas, encontra-se a possibilidade de exportação/importação de dados entre as diferentes aplicações existentes no mercado.

Sendo uma aplicação grátis, normalmente a publicidade encontra-se associada à mesma, como referido por um utilizador, esta é dispensável, daí ser objetivo evitar ao máximo o recurso a publicidade.

Ainda não referidas encontram-se outras possibilidades de implementação de funcionalidades como a interação por voz. Esta pode ser uma mais-valia na prática de atividades físicas, pois nem sempre os utilizadores podem estar concentrados nos dispositivos que utilizam e desta forma apenas necessitam de utilizar a voz para interagir com a aplicação.

Outra funcionalidade é a possibilidade de interligação da aplicação com *smartwatches*, visto ser um dispositivo cada vez mais presente na atualidade e com perspetivas de vir a ser ainda mais utilizado.

As funcionalidades referidas ao longo desta secção acabam por ser as que mais atenção necessitam aquando da criação de uma nova aplicação móvel para atividades físicas, mas sem descurar os bons princípios gerais de aplicações móveis e os vários outros pontos que foram indicados no inquérito aos utilizadores.

6 Conclusões

6.1 Apreciação global do trabalho desenvolvido

As aplicações/dispositivos móveis aplicados às atividades físicas onde fosse utilizada a geolocalização foram o ponto de partida para o desenvolvimento deste trabalho.

Existindo um pequeno conhecimento prévio do tipo de aplicações/dispositivos móveis existentes para este tipo de situações, começou por se aprofundar este conhecimento, fazendo uma análise do estado da arte no que refere ao sistema GPS, onde se tentou entender toda a componente tecnológica que se encontra por trás da geolocalização, que foi o segundo ponto tratado neste trabalho. Aqui falou-se das várias tecnologias de geolocalização existentes para além do GPS, assim como da utilização desta em smartphones.

Foram abordadas várias tecnologias para a monitorização de atividades físicas, onde se enquadram os dispositivos móveis, como smartphones, *smartwatches*, dispositivos GPS. Sendo feita uma análise às aplicações móveis existentes para atividades físicas, onde o foco principal incidiu nas aplicações mais descarregadas. Este seria também um ponto a ter em consideração ao longo do trabalho. Através deste ponto foi possível ter a noção do que existe na realidade e o que se encontra implementado e saber o que os utilizadores pretendem, pois são as mais utilizadas pela maioria dos utilizadores praticantes de atividades físicas e que recorrem a aplicações ou dispositivos para as controlar e monitorizar. Ainda neste ponto falou-se de sensores utilizados nas atividades físicas, que podem ser interligados, com muitos dos dispositivos/aplicações referidos anteriormente através de tecnologias também aqui referidas.

Uma parte do trabalho, também muito gratificante, foi o estudo de expectativas dos utilizadores. Através de um inquérito que foi disponibilizado online, divulgado essencialmente através de redes sociais e ao qual os utilizadores que praticassem atividades físicas puderam responder. A amostra obtida poderá ser tida em conta já como considerável. No entanto, devido ao método de divulgação ter sido praticamente online e, quando comparado com uma amostra maior onde fossem utilizados outros métodos de divulgação, poderão existir alguns

desvios do que é a realidade. A aplicação deste questionário pretendeu demonstrar a situação geral do uso de aplicações e dispositivos para atividades físicas, assim como as expectativas dos utilizadores. Foi do seu intuito obter respostas que levassem a uma melhor interpretação dos vários pontos referidos neste trabalho e também das expectativas dos utilizadores relativamente a uma aplicação deste género.

Este foi o ponto de partida para a segunda parte do estudo, onde foi feita uma comparação dos resultados obtidos, com as aplicações existentes, em especial com as referidas ao longo do trabalho, onde se denotaram algumas divergências. Foram identificadas algumas melhorias a ser implementadas ou acrescentadas às aplicações já referidas.

Numa última fase foram analisadas, pormenorizadamente, as perguntas relacionadas com as funcionalidades, tendo em atenção as respostas dadas pelos utilizadores inquiridos, para que fosse possível identificar os pontos positivos e negativos das mesmas e possíveis medidas corretivas, desde alterações, melhorias, criação de novas funcionalidades. Com esta análise é possível identificar quais as funcionalidades importantes a introduzir no desenvolvimento de uma nova aplicação móvel.

6.2 Trabalho futuro a desenvolver

Após a realização deste trabalho, é possível identificar que ainda existe uma margem de progressão para o mesmo.

Tendo em atenção todo o trabalho realizado, o próximo passo é partir para um segundo inquérito, ou aplicar modificações ao existente, e voltar a disponibilizá-lo, utilizando desta vez mais métodos de divulgação, para conseguir uma amostra maior para que os resultados obtidos fossem os mais aproximados da realidade.

Começando por ser mais focado no tipo de atividades que foram mais referenciadas no inquérito anterior (corrida, ciclismo e caminhada), este deve ser mais direcionado para as funcionalidades e tecnologias existentes, inerentes às mesmas. Sendo objetivo através do estudo já feito, conseguir recolher informação mais pormenorizada sobre cada uma das funcionalidades e tecnologias. É no entanto necessário ter sempre em atenção o público-alvo e a forma como se abordam essas questões, pois nem sempre os utilizadores conhecem a tecnologia e funcionalidades existentes e associadas a este tipo de aplicações/dispositivos. Outro foco deste novo inquérito seria uma maior incidência sobre o que é indispensável numa aplicação deste tipo para o utilizador inquirido.

Depois de obtidas as respostas mais específicas, o passo seguinte seria partir para uma nova análise de resultados, e através deste colmatar possíveis erros ou omissões ainda existentes, que nos levará a uma melhor definição da aplicação a implementar. Aplicação essa que dará resposta às expectativas dos utilizadores a todos os níveis (funcionalidades, tecnologias, sistemas operativos, entre outros).

Uma outra possibilidade de melhoramento futuro será trabalhar também tendo em conta a segunda componente associada às aplicações móveis existentes, as páginas web destas. Isto é uma mais-valia, pois a informação apresentada nas páginas complementa a informação existente na aplicação e vice-versa, permitindo assim o acesso a funcionalidades mais variadas com recurso, por exemplo, a computadores pessoais.

Referências

- [ADS, 2010] ADS, (2010). *“App” voted 2010 word of the year by the American Dialect Society (UPDATED)*, Retirado Setembro, 2014 de ADS: <http://www.americandialect.org/app-voted-2010-word-of-the-year-by-the-american-dialect-society-updated>
- [Aktihanoglu, M., 2011] Aktihanoglu, M., Ferraro, R., (2011). *Location Aware Applications*
- [Alkan, et al., 2005] Alkan, R. M., Karaman, H., Sahin, M. (2005). *GPS, GALILEO and GLONASS Satellite Navigation Systems & GPS Modernization*
- [Alley, M., 2012] Alley, M., Gardiner, M., (2012). *Application and Device Characteristics as Drivers for Smart Mobile Device Adoption and Productivity*
- [Android Developer, n.d.a] Android Developer, (n.d.). Location APIs. Retirado Agosto, 2014 de Android Developer: <https://developer.android.com/google/play-services/location.html>
- [Android Developer, n.d.b] Android Developer, (n.d.). Location Manager. Retirado Agosto, 2014 de Android Developer: <https://developer.android.com/reference/android/location/LocationManager.html>
- [ANT, n.d.] ANT, (n.d.). ANT. Retirado Setembro, 2014 de ThisIsANT: <http://www.thisisant.com/>
- [Apple, 2014a] Apple, (2014). *Apple Watch Features*. Retirado Setembro, 2014 de Apple: <https://www.apple.com/watch/features/>
- [Apple, 2014b] Apple, (2014). *Apple Watch Technology*. Retirado Setembro, 2014 de Apple: <https://www.apple.com/watch/technology/>
- [Apple Developer, 2014] Apple Developer, (2014). *Getting the User’s Location*. Retirado Agosto, 2014 de Apple Developer:

- <https://developer.apple.com/library/ios/documentation/userexperience/Conceptual/LocationAwarenessPG/CoreLocation/CoreLocation.html>
- [Appscend, 2013] Appscend, (2013). *Explosive Growth in App Usage*, Retirado Setembro, 2014 de Appscend: <http://appscend.com/blog/explosive-growth-in-apps-usage/>
- [Arora, M. & Rajat, B., n.d.] Arora, M., Rajat, B., (n.d.). *GPS: A military perspective*. Retirado Julho, 2014 de Geospatial Resource Portal: <http://www.gisdevelopment.net/technology/gps/techgp0048.html>
- [Benson, 2008] Benson, T. (2008). *Doppler Effect*. Retirado Maio, 2014 de Doppler Effect: <http://www.grc.nasa.gov/WWW/k-12/airplane/doppler.html>
- [Bluetooth, n.d.] Bluetooth, (n.d.). Bluetooth. Retirado Setembro, 2014 de Bluetooth: <http://www.bluetooth.com/>
- [Boyd, J., 2014] Boyd, J. (2014). Centimeter-Scale GPS Coming to Japan
- [Brighthub, 2010] Brighthub, (2010). *How to Improve GPS Accuracy Levels*. Retirado Julho, 2014 de Brighthub: <http://www.brighthub.com/electronics/gps/articles/67255.aspx>
- [Carneiro, I., 2014] Carneiro, I., (2014). Fenómeno da corrida vale 108 milhões por ano. Retirado Outubro, 2014 de JN Running: <http://running.jn.pt/2014/10/02/fenomeno-da-corrida-vale-108-milhoes-por-ano/>
- [Chengqi, R., 2013] Chengqi, R. (2013). *The Construction and Development of Beidou Navigation Satellite System*. Retirado Junho, 2014 de Beidou: <http://www.beidou.gov.cn/2013/09/29/2013092903db7281fa3f43b9aaeb1cb65d606b1a.html>
- [CrunchWear, 2014] CrunchWear, (2014). *Sports - Wearable Tech*. Retirado Outubro, 2014 de CrunchWear: <http://www.crunchwear.com/category/other-products/sports/>
- [Deco Proteste, 2014] Deco Proteste, (2014). GPS no carro: testámos 8 sistemas integrados. Retirado Setembro, 2014 de Deco Proteste: <http://www.deco.proteste.pt/motor/gps/noticia/gps-no-carro-testamos-8-sistemas-integrados>
- [Dent, S., 2014] Dent, S., 2014. *Do you really need a 4K smartphone screen?*. Retirado Setembro, 2014 de Engadget: <http://www.engadget.com/2014/02/18/do-you-really-need-a-4k-smartphone-screen/>

- [Diggelen, F., 2009] Diggelen, F., (2009). *A-GPS - Assisted GPS, GNSS, and SBAS*
- [Encyclopedia Britannica, 2014a] Encyclopedia Britannica, (2014). *GPS (Navigation)*. Retirado Maio, 2014 de Encyclopedia Britannica: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/235395/GPS/235216/Triangulation>
- [Encyclopedia Britannica, 2014b] Encyclopedia Britannica, (2014). *Smartphone*. Retirado Setembro, 2014 de Encyclopedia Britannica: <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/1498102/smartphone>
- [EOPortal, 2014a] EOPortal, (2014). *CNSS (Compass/BeiDou Navigation Satellite System) / BDS (BeiDou Navigation System)*. Retirado Junho, 2014 de EOPortal: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/c-missions/cnss>
- [EOPortal, 2014b] EOPortal, (2014). *IRNSS (Indian Regional Navigational Satellite System)*. Retirado Junho, 2014 de EOPortal: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/i/irnss>
- [EOPortal, 2014c] EOPortal, (2014). *QZSS (Quasi Zenith Satellite System)*. Retirado Junho, 2014 de EOPortal: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/q/qzss>
- [ESA, 2011] ESA, (2011). *What is EGNOS?*. Retirado Julho, 2014 de ESA: http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/The_present_-_EGNOS/What_is_EGNOS
- [European Commission, 2014] European Commission, (2014). *Galileo: Satellite launches*. Retirado Junho, 2014 de European Commission: http://ec.europa.eu/enterprise/policies/satnav/galileo/satellite-launches/index_en.htm
- [Falconer, S., 2013] Falconer, S., (2013). *What impact will the growth in mobile application development have on your business?*. Retirado Setembro, 2014 de Experis: <http://www.experis.co.uk/blog/what-impact-will-the-growth-in-mobile-application-development-have-on-your-blog-35928112526>
- [Federal Aviation Administration, 2010] Federal Aviation Administration, (2010). *Navigation Programs - WAAS - How It Works*. Retirado Julho, 2014 de Federal Navigation Aviation: http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/navservices/gnss/waas/howitworks/
- [Fitbit, n.d.] Fitbit, (n.d.). *Fitbit Flex*. Retirado Outubro, 2014 de Fitbit: <http://www.fitbit.com/flex>

- [Garmin, 2014a] Garmin, (2014). Domine o Campo. Retirado Outubro, 2014 de Garmin: <http://www.garmin.com/pt-PT/golf/>
- [Garmin, 2014b] Garmin (2014). Garmin Oregon 550, Retirado Setembro, 2014 de Garmin:<https://buy.garmin.com/pt-PT/ES/nos-trilhos/descontinuados/oregon-550/prod26875.html>
- [Garmin, 2014c] Garmin (2014). Garmin Na Estrada, Retirado Setembro, 2014 de Garmin:<http://www.garmin.com/pt-PT/explore/ontheroad/>
- [Garmin, n.d.a] Garmin, (n.d.). vívofit. Retirado Outubro, 2014 de Garmin: <https://buy.garmin.com/pt-PT/ES/prod143405.html>
- [Garmin, n.d.b] Garmin, (n.d.). vívosmart. Retirado Outubro, 2014 de Garmin: <http://sites.garmin.com/vivo/vivosmart/>
- [Goodrich, R., 2013] Goodrich, R., (2013). *Cadence Sensors: What Are They and How Do They Work?*. Retirado Setembro, 2014 de LiveScience: <http://www.livescience.com/40064-cadence-sensors.html>
- [Gordon, M., 2013] Gordon, M., 2013. *The History of App Pricing, And Why Most Apps Are Free*. Retirado Setembro, 2014 de Flurry: <http://www.flurry.com/bid/99013/The-History-of-App-Pricing-And-Why-Most-Apps-Are-Free#.VCGjAC5dVPU>
- [GPS.gov, 2014a] GPS.gov, (2014a). *Forth Civil Signal: L1C*. Retirado Maio, 2014 de GPS.gov: <http://www.gps.gov/systems/gps/modernization/civilsignals/#L1C>
- [GPS.gov, 2014b] GPS.gov, (2014b). *Space Segment*. Retirado Maio, 2014 de GPS.gov: <http://www.gps.gov/systems/gps/space/>
- [GPS.gov, 2014c] GPS.gov, (2014c). *Applications*. Retirado Julho, 2014 de GPS.gov: <http://www.gps.gov/applications/>
- [Grayzeck, 2013a] Grayzeck, E. (2013). *Transit 1B*. Retirado Maio, 2014 de Transit 1B: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraftDisplay.do?id=1960-003B>
- [Grayzeck, 2013b] Grayzeck, E. (2013b). *Timation 1*. Retirado Maio, 2014 de Timation 1: <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraftDisplay.do?id=1967-053E>
- [Iversen, J., 2013] Iversen, J., Eierman, M., (2013). *Learning Mobile App Development: A Hands-on Guide to Building Apps with iOS and Android*
- [Jasumback, T., et al., 1997] Jasumback, T., et al., (1997). *Wide Area GPS Enhancement (WAGE) Evaluation*
- [Jawbone, n.d.] Jawbone, (n.d.). Jawbone. Retirado Outubro, 2014 de Jawbone: <https://jawbone.com/up>

- [Kaplan, et al., 2006] Kaplan, E., Hegarty, C., (2006). *Understanding GPS, Principles and Applications*.
- [LaMarca, A., et al., 2008] LaMarca, A., Lara, E., (2008). *Location Systems: An Introduction to the Technology Behind Location Awareness*
- [Lee, et al., 2005] Lee, V., Schneider, H., Schell, R., (2005). *Aplicações móveis: Arquitetura, projeto e desenvolvimento*.
- [McWherter, J., 2012] McWherter, J., Gowell, S., (2012). *Professional Mobile Application Development*
- [MyBasis, n.d.] MyBasis, (n.d.). Peak. Retirado Outubro, 2014 de MyBasis: <http://www.mybasis.com/>
- [NCO PNT, 2013] NCO PNT. (2013). *GPS Modernization*. Retirado Maio, 2014 de [GPS.gov: http://www.gps.gov/systems/gps/modernization/](http://www.gps.gov/systems/gps/modernization/)
- [Nosrati, et al., 2012] Nosrati, M. et al., (2012). *World Applied Programming*, Vol (2), No (7)
- [Pace, et al., 1995] Pace, S., Frost, G., Lachow, I., Frelinger, D., Fossum, D., Wasseem, D., et al. (1995). *The Global Positioning System - Assessing National Policies*.
- [Polarloop, n.d.] Polarloop, (n.d.). Polar Loop. Retirado Outubro, 2014 de Polarloop: <http://www.polarloop.com/>
- [QSS, 2014] QSS, (2014). *Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) Service*, Retirado Junho, 2014, QZS: <http://www.qzs.jp/en/>
- [Rainmaker, 2013] Rainmaker, (2014). *A look at Garmin's new ANT+ Speed & Cadence magnet-less sensors*. Retirado Setembro, 2014 de DC Rainmaker: <http://www.dcrainmaker.com/2014/05/garmins-spd-cad-magnetless-sensors.html>
- [RTP, 2014] RTP, (2014). *Linha da Frente: A Febre da Corrida*. Retirado Outubro, 2014 de RTP: <http://www.rtp.pt/play/p1516/e155139/linha-da-frente>
- [Samsung, 2014] Samsung, (2014). *Samsung Gear S Features*. Retirado Setembro, 2014 de Samsung: http://www.samsung.com/global/microsite/gears/gears_features.html
- [Samsung, n.d.] Samsung, (n.d.). *Samsung Gear Fit*. Retirado Outubro, 2014 de Samsung: http://www.samsung.com/global/microsite/gear/gearfit_features.html
- [Snively, 2011] Snively, J. (2011). *GPS History - How it all started*. Retirado Maio 12, 2014 de *GPS History - How it all started*: <http://www.maps-gps-info.com/gps-history.html>
- [SonyMobile, 2014] SonyMobile, (2014). *Smartwatch 2 SW2*. Retirado Setembro, 2014 de SonyMobile: <http://www.sonymobile.com/pt/products/accessories/smartwatch-2-sw2/>

- [Stanford University, 2014] Stanford University, (2014). *Local Area Augmentation System (LAAS)*. Retirado Julho, 2014 de Stanford University:
<http://waas.stanford.edu/research/laas.htm>
- [Strapless, n.d.] Strapless, (n.d). *Strapless Heart Rate Monitor*. Retirado Julho, 2014 de straplessheartratemonitor.org:
<http://straplessheartratemonitorwatch.org/>
- [Sturdevant, 2007] Sturdevant, R. W. (2007). *NAVSTAR, the Global Positioning System: A Sampling of Its Military, Civil, and Commercial Impact*. In S. J. Dick, & R. D. Launius, *Societal Impact of Spaceflight*. NASA.
- [TechRadar, 2013] TechRadar, (2013). *Best GPS running watch: 5 we recommend*. Retirado Setembro, 2014 de TechRadar:
<http://www.techradar.com/news/portable-devices/best-gps-running-watch-5-we-recommend-1162005/1>
- [TomTom, 2013] TomTom, (2013). É preciso ter um sensor de cadência para utilizar o relógio com GPS Multi-Sport em atividades de ciclismo?. Retirado Setembro, 2014 de TomTom:
http://pt.support.tomtom.com/app/answers/detail/a_id/17686/~/%C3%89-preciso-ter-um-sensor-de-cad%C3%Aancia-para-utilizar-o-rel%C3%B3gio-com-gps-multi-sport
- [Tomkiewicz, S., et al., 2010] Tomkiewicz, S., et al., (2010). Global positioning system and associated technologies in animal behaviour and ecological research: *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, v. 365, p. 2163-2176.
- [Trimble, 2014] Trimble, (2014). Trimble Force 27. Retirado Setembro, 2014 de Trimble:
<http://www.trimble.com/defense/force27.aspx>
- [Ublox, 2009] Ublox, (2009). *GPS Essentials of Satellite Navigation (Compendium)*
- [UK Eurosport, 2013] UK Eurosport, (2013). What is that bump at the back of the Lions jerseys? Retirado Outubro, 2014 de UK EuroSport Yahoo:
<https://uk.eurosport.yahoo.com/blogs/oval-talk/bump-back-lions-jerseys-162326098.html>
- [Urlichich, et al., 2011] Urlichich, Y. et al. (2011). *GLONASS Modernization*. Retirado Junho, 2014 de GPS World:
<http://gpsworld.com/glonass-modernization-12232/>
- [USGlobalSat, 2014] USGlobalSat, (2014). *BU-353-W*. Retirado Setembro, 2014 de USGlobalSat Incorporated:
<http://www.usglobalsat.com/p-62-bu-353-w.aspx>

[Welch, C. 2013]

Welch, C. (2013). *Research finds GPS can be vastly improved with help from accelerometers, gyroscopes*. Retirado Julho, 2014 de The Verge: <http://www.theverge.com/2013/2/13/3985108/research-finds-gps-improved-with-accelerometers-gyroscopes>

[Withings, n.d.]

Withings, (n.d.). Pulse Ox. Retirado Outubro, 2014 de Withings: <http://www.withings.com/eu/withings-pulse.html>

Anexos

Anexo A - Continuously track the phone's location for Windows Phone 8

Add a consent prompt to allow the user to opt out of allowing your app to access their location. All apps should obtain user consent prior to using the location APIs. This example checks for user consent in the `OnNavigatedTo(NavigationEventArgs)` method of the `MainPage` class, which is called whenever the app is launched. The code first checks the `ApplicationSettings` dictionary for the "LocationConsent" key. If the key is found, it means the user has already opted in or out of location, so the method returns immediately. If the key is not found, then a `MessageBox` is shown asking for user consent. The result of the `MessageBox` operation is checked and a `Boolean` value indicating the user consent status is stored in the "LocationConsent" key in `ApplicationSettings`. This key will be checked before the app attempts to access the user's location.

```
protected override void OnNavigatedTo(System.Windows.Navigation.NavigationEventArgs e)
{
    if (IsolatedStorageSettings.ApplicationSettings.Contains("LocationConsent"))
    {
        // User has opted in or out of Location
        return;
    }
    else
    {
        MessageBoxResult result =
            MessageBox.Show("This app accesses your phone's location. Is that ok?",
                "Location",
                MessageBoxButton.OKCancel);

        if (result == MessageBoxResult.OK)
        {
            IsolatedStorageSettings.ApplicationSettings["LocationConsent"] = true;
        }else
        {
            IsolatedStorageSettings.ApplicationSettings["LocationConsent"] = false;
        }

        IsolatedStorageSettings.ApplicationSettings.Save();
    }
}
```

Paste the button click handler into MainPage.xaml.cs. This handler will toggle tracking on and off, but first it checks the "LocationConsent" value in the ApplicationSettings dictionary. In the case where the app was not previously tracking location, the Geolocator object is initialized. Then, accuracy and movement threshold are set. The app will be updated only with new location information when the phone moves more than the movement threshold from the previous location. Next, event handlers for the StatusChanged and PositionChanged events are registered. Finally, the tracking variable is set to true and the button text is updated.

If the app was previously tracking location, the event handler should toggle off tracking. To do this it removes the event handlers for the StatusChanged and PositionChanged events and sets the Geolocator object to null. Finally, the tracking variable and button text are updated.

```
private void TrackLocation_Click(object sender, RoutedEventArgs e)
{
    if ((bool)IsolatedStorageSettings.ApplicationSettings["LocationConsent"] != true)
    {
        // The user has opted out of Location.
        return;
    }

    if (!tracking)
    {
        geolocator = new Geolocator();
        geolocator.DesiredAccuracy = PositionAccuracy.High;
        geolocator.MovementThreshold = 100; // The units are meters.

        geolocator.StatusChanged += geolocator_StatusChanged;
        geolocator.PositionChanged += geolocator_PositionChanged;

        tracking = true;
        TrackLocationButton.Content = "stop tracking";
    }
    else
    {
        geolocator.PositionChanged -= geolocator_PositionChanged;
        geolocator.StatusChanged -= geolocator_StatusChanged;
        geolocator = null;

        tracking = false;
        TrackLocationButton.Content = "track location";
        StatusTextBlock.Text = "stopped";
    }
}
```

Paste the event handler for the StatusChanged event into MainPage.xaml.cs. This event is raised whenever the status of the location service changes. You can use this method to provide feedback to the user. Because this event handler is not called on the UI thread, you must use BeginInvoke(Action) to run any code that modifies the UI.

```
void geolocator_StatusChanged(Geolocator sender, StatusChangedEventArgs args)
{
    string status = "";

    switch (args.Status)
    {
        case PositionStatus.Disabled:
            // the application does not have the right capability or the location
            // master switch is off
            status = "location is disabled in phone settings";
            break;
        case PositionStatus.Initializing:
            // the geolocator started the tracking operation
            status = "initializing";
            break;
        case PositionStatus.NoData:
            // the location service was not able to acquire the location
            status = "no data";
            break;
        case PositionStatus.Ready:
            // the location service is generating geopositions as specified by the
            // tracking parameters
            status = "ready";
            break;
        case PositionStatus.NotAvailable:
            status = "not available";
            // not used in WindowsPhone, Windows desktop uses this value to signal
            // that there is no hardware capable to acquire location information
            break;
        case PositionStatus.NotInitialized:
            // the initial state of the geolocator, once the tracking operation is
            // stopped by the user the geolocator moves back to this state

            break;
    }

    Dispatcher.BeginInvoke(() =>
    {
        StatusTextBlock.Text = status;
    });
}
```

Paste the event handler for the `PositionChanged` event into `MainPage.xaml.cs`. This event is raised whenever the phone has moved a distance greater than the movement threshold from the previous location. Again, this event handler is not called on the UI thread, so you must use `BeginInvoke(Action)` to run any code that modifies the UI.

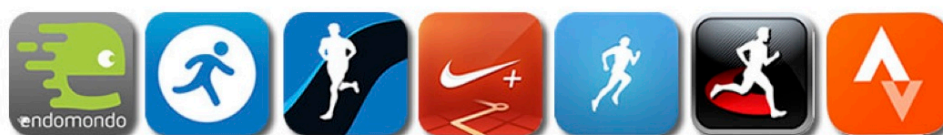
```
void geolocator_PositionChanged(Geolocator sender, PositionChangedEventArgs args)
{
    Dispatcher.BeginInvoke(() =>
    {
        LatitudeTextBlock.Text = args.Position.Coordinate.Latitude.ToString("0.00");
        LongitudeTextBlock.Text = args.Position.Coordinate.Longitude.ToString("0.00");
    });
}
```

Anexo B – Questionário de avaliação de aplicações para atividades físicas utilizadas em dispositivos móveis

Questionário de avaliação de aplicações para actividades físicas utilizadas em dispositivos móveis.

* Required

Questionário de avaliação de aplicações para actividades físicas utilizadas em dispositivos móveis.



1 - Sexo *

- Feminino
 Masculino

2 - Faixa etária *

- até 17 anos
 18 a 25 anos
 26 a 33 anos
 34 a 41 anos
 42 a 55 anos
 mais de 55 anos

3 - Que tipo de dispositivo utiliza para avaliar/controlar performance e desempenho durante a prática de atividades físicas? *

caso use mais que um, indique apenas o que use com maior regularidade

- smartphone Android
 iPhone
 Windows Phone
 tablet (Android, iPad, Windows Phone/Windows RT)
 smartwatch
 GPS
 Other:

3.1 - Relativamente à pergunta anterior indique a marca e modelo do mesmo:

exemplo: Samsung, Galaxy S3

4 - Em que atividade(s) física(s) utiliza o dispositivo indicado acima para avaliar/controlar performance e desempenho? *

- Corrida
- Ciclismo
- Caminhada
- Natação
- Ginásio
- Other:

5 - Com que regularidade? *

- até 1 vez por semana
- 2 a 3 vezes por semana
- 4 a 5 vezes por semana
- mais que 5 vezes por semana

6 - Qual/Quais destas aplicações para avaliar/controlar actividades físicas conhece? *

- Runkeeper
- Endomondo
- Runtastic
- Nike +
- Map My Run
- Strava
- Sports Tracker
- Other:

7 - Qual destas aplicações/dispositivo para avaliar/controlar actividades físicas utiliza com maior regularidade? *

- Runkeeper
- Endomondo
- Runtastic
- Nike +
- Map My Run
- Strava
- Sports Tracker
- Smartwatch
- GPS
- Other:

8 - Como teve conhecimento da aplicação/dispositivo que utiliza com maior regularidade? *

- 1 - através de amigos 3 - em sites de saúde e actividades físicas
2 - por pesquisa 4 - através de publicidade online
5 - outros

9 - Há quanto tempo utiliza essa aplicação/dispositivo? *

- menos de 1 mês

- de 1 mês a 6 meses
- de 6 meses a 1 ano
- 1 ano a 2 anos
- mais de 2 anos

10 - Já utilizou outra aplicação/dispositivo? *

entenda-se por dispositivo smartwatch, gps, ... e não marca de smartphone

- Sim
- Não

10.1 - Caso tenha respondido Sim anteriormente, qual/quais?

11 - No decorrer das suas atividades físicas além da aplicação, que funcionalidades extra tem normalmente ativas no seu dispositivo? *

- mapa GPS independente
- leitor de música
- dados (metereologia, notícias, redes sociais, outros)
- o dispositivo não tem mais aplicações
- não uso nenhuma
- Other:

11.1 - Tendo em consideração a sua resposta à pergunta 11, para 1 hora de utilização qual é o consumo médio da bateria? *

- 0 a 10%
- 11 a 25%
- 26 a 50%
- 51 a 75%
- 75% a 100%
- não sei

12 - Durante a utilização do dispositivo/aplicação, como utiliza os seu dados? *

- 100% online
- ativação parcial de dados (ex.: mapas, redes sociais, outros)
- 100% offline porque o dispositivo não tem essa capacidade
- 100% offline embora o dispositivo tenha essa capacidade

13 - Como avalia a facilidade com que interage com a aplicação que utiliza, tendo em conta as seguintes

funcionalidades? *

1 - Má; 2 - Insuficiente; 3 - Suficiente; 4 - Boa; 5 - Excelente

	1	2	3	4	5	não se aplica
a) processo de registo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b) processo de autenticação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c) ajudas de interacção com aplicação	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
d) nº de idiomas disponíveis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
e) configuração de unidades de medida (imperial/métrico)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
f) personalização dos menus	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
g) aspeto gráfico	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
h) duração da bateria	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13.1 - Tendo em atenção a pergunta 13, das que não se aplicam quais gostava que a sua aplicação incluisse? *
 indique as alíneas separadas por vírgulas (exemplo: a, d, e)

14 - Como avalia o funcionamento da aplicação que utiliza, no que respeita às funcionalidades internas? *

1 - Má; 2 - Insuficiente; 3 - Suficiente; 4 - Boa; 5 - Excelente

	1	2	3	4	5	não se aplica
a) criação de planos de treino personalizados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b) recurso a planos de treino existentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c) diversidade de atividades disponíveis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
d) visualização do percurso no mapa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
e) associação de fotografia ao treino	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
f) feedback audio durante a actividade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
g) conexão de monitor de frequência cardíaca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
h) leitor de música integrado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14.1 - Tendo em atenção a pergunta 14, das que não se aplicam quais gostava que a sua aplicação incluisse?
 indique as alíneas separadas por vírgulas (exemplo: a, d, e)

15 - Como avalia o funcionamento da aplicação que utiliza, em relação às funcionalidades que permitem interação com recursos online? *

1 - Má; 2 - Insuficiente; 3 - Suficiente; 4 - Boa; 5 - Excelente

	1	2	3	4	5	não se aplica
a) sincronização de dados (aplicação - web)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b) partilha de informação nas redes sociais	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c) conexão com outros utilizadores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
d) recurso a percursos/rotas criadas por outros utilizadores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
e) recurso a atividades "live" (atividades que podem ser seguidas em tempo real pelos outros utilizadores)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
f) recurso a desafios online	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
g) feedback de outros utilizadores	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15.1 - Tendo em atenção a pergunta 15, das que não se aplicam quais gostava que a sua aplicação incluisse?
 indique as alíneas separadas por vírgulas (exemplo: a, d, e)

16 - Como avalia o funcionamento da aplicação que utiliza, em relação a arquivo histórico e estatístico de resultados? *

1 - Má; 2 - Insuficiente; 3 - Suficiente; 4 - Boa; 5 - Excelente

	1	2	3	4	5	não se aplica
a) estatísticas de velocidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b) estatísticas de tempo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c) estatísticas de distância	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
d) estatísticas de altitude	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

e) estatísticas de calorías	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
f) interligação das várias estatísticas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
g) histórico de atividades	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16.1 - Tendo em atenção a pergunta 16, das que não se aplicam quais gostava que a sua aplicação incluisse?
indique as alíneas separadas por vírgulas (exemplo: a, d, e)

17 - Indique outras funcionalidades que não se encontrem descritas anteriormente e que ache relevantes numa aplicação do género.

18 - Tendo em conta o dispositivo que usa no decorrer das suas atividades físicas, caso pretenda mudar quais os critérios principais a ter em conta na escolha de um novo dispositivo? *

- dimensões maiores
- dimensões menores
- tamanho do ecrã maior
- tamanho do ecrã menor
- peso superior
- peso inferior
- impermeabilidade
- resistente a choques
- interação por voz
- passar a usar um smartwatch autónomo
- passar a usar um smartwatch interligado com o dispositivo atual
- encontro-me satisfeito com o dispositivo que tenho
- Other:

Obrigado pela sua colaboração.