

RUI MIGUEL SIMÃO PASCOAL

**REALIDADE AUMENTADA
NOS DESPORTOS OUTDOOR:
desenho, implementação e avaliação de protótipo**

Orientador: Prof. Doutor Sérgio Luís Proença Duarte Guerreiro (ULHT, IST/UL)

**Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias
Escola de Comunicação, Arquitetura, Artes e Tecnologias da Informação
Departamento de Engenharia Informática e Sistemas de Informação**

Lisboa

2017

RUI MIGUEL SIMÃO PASCOAL

**REALIDADE AUMENTADA
NOS DESPORTOS OUTDOOR:
desenho, implementação e avaliação de protótipo**

Dissertação apresentada para a obtenção do Grau de Mestre, no Curso de Mestrado em Engenharia Informática e Sistemas de Informação, conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias no dia 4 de julho de 2017, perante o júri, nomeado pelo Despacho n.º 29/2017 no dia 23 de janeiro de 2017.

Composição do Júri:

Presidente: Prof. Doutor José Luís de Azevedo Quintino Rogado (ULHT).

Arguente: Prof. Doutor Rui Pedro Figueiredo Marques (Universidade de Aveiro).

Orientador: Prof. Doutor Sérgio Luís Proença Duarte Guerreiro (ULHT, IST/UL).

**Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias
Escola de Comunicação, Arquitetura, Artes e Tecnologias da Informação
Departamento de Engenharia Informática e Sistemas de Informação**

Lisboa

2017

Epigrafe

A ciência é, portanto, uma perversão de si mesma, a menos que tenha como fim último, melhorar a humanidade.

Nikola Tesla

Dedicatória

Dedico este trabalho ao meu filho.

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar à minha esposa e aos meus pais, por todo o apoio demonstrado durante todo o meu percurso académico, sem eles não teria chegado até aqui.

Agradeço de igual modo ao Exmo. Senhor Professor Doutor Sérgio Luís Guerreiro, que me deu a honra de aceitar o meu convite para ser o meu Orientador de Dissertação de Mestrado, contribuindo deste modo para a concretização deste projeto.

Por último, mas não menos importante, dirijo também os meus agradecimentos ao meu filho.

Resumo

A presente dissertação introduz a tecnologia da realidade aumentada (RA) para utilização nos ambientes dos desportos outdoor. São avaliados problemas e constrangimentos para obter o melhor benefício na sua interação. A definição da RA está enquadrada na classe da realidade mista. No entanto, surgem questões sobre a sobrecarga de informação, dificuldades na interação com o interface de RA e sobre a apresentação da informação que seja relevante dar a um utilizador no exterior, bem como funcionalidades apropriadas. É avaliada a problemática da sobrecarga de informação e comunicação antes de implementar um sistema de RA para ser utilizado especialmente a praticar bicicleta todo terreno, caminhadas ou atletismo. De seguida é desenhado o interface com soluções tecnológicas atuais para gerir a informação, bem como extrair seus benefícios para melhor aceitação social e usabilidade adequada de interação humano-equipamento móvel de RA. Em sequência é feita a implementação do interface com um mockup e um protótipo de RA que exhibe a disposição de toda informação e funcionalidades aos utilizadores finais, tal como dados climáticos, estado de saúde, geolocalização, medição de trajetos, gravação, telecomunicações, eventos e informação inteligente sugeridos sabiamente, bem como, o potencial de registo de objetos virtuais. A seguir, é apresentado um mapa conceptual e as palavras-chave de operacionalização do protótipo. Por último, são apresentados os resultados e conclusões da análise de dados de interação com o protótipo por utilizadores finais e as respostas às questões.

Palavras-chave

Realidade Aumentada, Desportos Outdoor, Sobrecarga de Informação e Comunicação, Aceitação Social, Usabilidade, Objetos Virtuais, Mockup de RA, Protótipo de RA, Interação de RA, Mapa Conceptual de RA.

Abstract

The present dissertation introduces the augmented reality (AR) technology for use in outdoor sports environments. Problems and constraints are evaluated to obtain the best benefit in their interaction. The AR definition is framed in the mixed reality class. However, questions arise about information overload, difficulties in interacting with the AR interface and on the presentation of information that is relevant to give an user abroad, as well as appropriate functionalities. The problem of information and communication overload is evaluated before implementing an AR system to be used specially to practice biking, trekking or athletics. Next, the interface with current technological solutions is designed to manage the information as well as extract its benefits for better social acceptance and adequate usability of human interaction-mobile AR equipment. The implementation of the interface with a mockup and an AR prototype is performed, which shows the availability of all information and functionalities to end users, such as climatic data, health status, geolocation, route measurement, recording, telecommunications, events and Intelligent information suggested wisely as well as the potential of registering virtual objects. The following is a conceptual map and the keywords of operation of the prototype. Finally, the results and conclusions of the analysis of interaction data with the prototype by end users and the answers to the questions are presented.

Keywords

Augmented Reality, Outdoor Sports, Information and Communication Overload, Social Acceptance, Usability, Virtual Objects, AR Mockup, AR Prototype, AR Interaction, AR Conceptual Map.

Abreviaturas, siglas e símbolos

O significado de cada abreviatura encontra-se inserida ao longo do documento.

5G – Quinta Geração de Internet Móvel.

6DoF – Six Degrees of Freedom.

AEC/FM – Architecture, Engineering, Construction and Facilities Management ou Arquitetura, Engenharia, Construção e Gestão de Instalações

ARToolkit – Ferramenta RA para deteção de etiquetas (tags) na imagem capturada pela câmara.

ATM – Atmosferas.

BAR – Medida de Pressão atmosférica barométrica.

Barcode – Código de Barras.

BCM/BPM – Batidas Cardíacas por Minuto.

BI – Business Intelligence.

Big Data – velocidade, volume, variedade, veracidade e valor.

BMCANVAS – Business Model Canvas.

BTT – Bicicleta Todo Terreno.

Cloud – Nuvem.

Cloud Computing – Computação em nuvem.

CMMI – Capability Maturity Model Integration.

CPU – Central Processor Unit.

CVM – Computer Vision Method

DW – Data Warehouse.

ETL – Extract Transform Load ou Extração Transformação e Carregamento.

EUA – Estados Unidos da América.

Eyes-Free – Liberdade de olhos.

Fotorrecetores – Receptores sensoriais da visão.

Framework RA – Enquadramento de componentes RA

GIS – Geographic Information System ou Sistema de Informação Geográfica.

GPS – Global Positioning System ou Sistema de Posicionamento Global.

GPU – Graphics Processing Unit, ou Unidade de Processamento Gráfico.

Hadoop – Modelo map/reduce para processamento de grande volume de dados.

HMD – Head Mounted Display ou ecrã montado na cabeça.

HUD – Head Up Display.

IA – Inteligência Artificial.

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers ou Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrónicos.

INE – Instituto Nacional de Estatística.

IoT – Internet of Things ou Internet das coisas.

ISMAR – International Symposium on Mixed and Augmented Reality.

Kcal – Quilo calorías.

Landmarks – Pontos de referência.

m/mts – Metros.

Meta-Data – Metainformação ou dados sobre dados.

Mockup RA – Maquete de Realidade Aumentada

MPI – Messaging Passing Interface.

MR – Mixed Reality ou Realidade Mista.

Msg – Mensagem.

Multi-core – Múltiplos núcleos de processadores.

° C – Graus Celcius.

OLAP – Online Analytical Processing ou Processo de Análise de grande volume de dados sob múltiplas perspetivas.

OLTP – Online Transaction Processing ou Processamento de Transações em Tempo Real.

OMS – Organização Mundial da Saúde.

PLN – Processamento da Linguagem Natural

PMI – Project Management Institute.

PSM – Portable Storage Media

RA – Realidade Aumentada.

RADO – Realidade Aumentada nos Desportos Outdoor.

RFID – Radio-Frequency IDentification.

SaaS – Software as a Service.

SAN – Storage Area Network.

SAP® BW – SAP Business Warehouse.

SAP® CRM – SAP Customer Relationship Management.

SGBDR – Sistema de Gestão de Base de Dados Relacional.

SLAM – Simultaneous Localization and Mapping ou Localização e Mapeamento Simultaneous.

SWOT – Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats.

Tel – Telefone.

Ubiquo – Pervasivo ou onnipresente.

UWB – Ultra-Wide-Band ou banda ultralarga.

Wireframe RA – Enquadramento de modelo de Realidade Aumentada e suas ligações.

Índice

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. METODOLOGIA	18
1.2. APRESENTAÇÃO DE CAPÍTULOS	21
1.3. CONCEITOS CHAVE	23
1.4. LIMITAÇÕES.....	25
1.5. QUESTÕES.....	26
1.6. PUBLICAÇÃO DE ARTIGO EM PARALELO	28
1.7. INTRODUÇÃO DO ESTUDO	28
2. ESTADO DA ARTE	31
2.1. A SOBRECARGA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA ERA DIGITAL	31
2.2. A ACEITAÇÃO SOCIAL DAS NOVAS TECNOLOGIAS	36
2.3. O POTENCIAL DE DISTRAÇÃO COM OS ÓCULOS RA	44
2.4. A GESTÃO DA INFORMAÇÃO DADA AO DESPORTISTA OUTDOOR.....	49
3. DESENHO E AVALIAÇÃO DE INTERFACE.....	53
3.1. A INTERAÇÃO HUMANO-COMPUTADOR.....	54
3.2. A LOCALIZAÇÃO E REFERENCIAÇÃO DA RA NO OUTDOOR.....	57
3.3. O MICROFONE E OS AUSCULTADORES	63
3.4. A VISÃO E A ESTEREOSCOPIA	63
3.5. OS EVENTOS E A INFORMAÇÃO INTELIGENTE	68
4. TESTAR AS HIPÓTESES DA INVESTIGAÇÃO.....	71
5. IMPLEMENTAÇÃO DE INTERFACE.....	73
5.1. O MOCKUP DE RA NOS DESPORTOS OUTDOOR.....	73
5.2. O PROTÓTIPO DE RA NOS DESPORTOS OUTDOOR	75
5.3. A TABELA SUGERIDA DOS DADOS A APRESENTAR NOS ÓCULOS DE RA.....	91
5.4. O MAPA CONCEPTUAL DE UTILIZAÇÃO DE PROTÓTIPO	92
5.5. AS PALAVRAS-CHAVE DE INTERAÇÃO OPERACIONAL	93
6. ENTREVISTAS E INQUÉRITOS	96
7. RESULTADOS DA ANÁLISE DE DADOS.....	107
8. DIREÇÕES PARA FUTURAS PESQUISAS.....	120

9. CONCLUSÃO	121
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	123
GLOSSÁRIO	126
ÍNDICE REMISSIVO.....	127
APÊNDICES	II
APÊNDICE I – MOCKUP DE REALIDADE AUMENTADA NOS DESPORTOS OUTDOOR	II
APÊNDICE II – MAPA CONCEPTUAL DE REALIDADE AUMENTADA NOS DESPORTOS OUTDOOR	III
APÊNDICE III – ARQUITETURA DE DADOS PARA A REALIDADE AUMENTADA NOS DESPORTOS OUTDOOR.....	IV
APÊNDICE IV – GUIÃO DE TAREFAS DO PROTÓTIPO PARA OS END-USERS.....	V
APÊNDICE V – QUESTIONÁRIO A - TAREFAS DO PROTÓTIPO PARA OS END-USERS (TRATAMENTO QUANTITATIVO)	VII
APÊNDICE VI – QUESTIONÁRIO B - QUESTÕES DE INTERAÇÃO COM 3 VERSÕES DO PROTÓTIPO.....	IX
APÊNDICE VII – CÓDIGO FONTE DO PROTÓTIPO RADO.....	X
i. Protótipo RADO – Versão 1	X
ii. Protótipo RADO – Versão 2	X
iii. Protótipo RADO – Versão 3	XII
iv. Protótipo RADO – Versão 3 com webcam	XIII
v. webcan.css	XIV
vi. webcam.js	XIV
vii. telecommunication.html.....	XIV
viii. telephone.html	XV
ix. radio.html	XV
x. radioBroadcastMessage.html	XV
xi. cronoRoute.js	XVI
xii. style.css.....	XVI
xiii. telefoneContacto.html	XVII
xiv. sms.html	XVII
xv. msg.html.....	XVII
xvi. mms.html.....	XVIII

xvii. a_envia.html	XVIII
APÊNDICE VIII – RECOLHA DOS TEMPOS DE EXECUÇÃO DA INTERAÇÃO COM O PROTÓTIPO RADO	XIX
APÊNDICE IX – ABORDAGEM QUALITATIVA DA INTERAÇÃO COM PROTÓTIPO RADO	XX
APÊNDICE X – ABORDAGEM QUANTITATIVA-QUALITATIVA DA REAÇÃO À INFORMAÇÃO DO PROTÓTIPO RADO	XXI
APÊNDICE XI – WIREFRAME DA INFRAESTRUTURA DE SUPORTE RADO.....	XXII
ANEXOS	XXIII
ANEXO I – ESTUDO QUANTITATIVO (SAWYER, FINOMORE, CALVO, & HANCOCK, 2014)	XXIV
ANEXO II – FRAMEWORK ONTOLÓGICO DE REALIDADE AUMENTADA NOS DESPORTOS OUTDOOR ADAPTADO DE (CARDOSO, JÚNIOR, KIRNER, & OLIVEIRA).....	XXV
NOTAS FINAIS.....	XXVI

Índice de Figuras

Figura 1 – Continuum Realidade-Virtualidade (RV)	17
Figura 2 – Passos da metodologia	20
Figura 3 – Augmented (hyper) Reality - Domestic Robocop.....	33
Figura 4 – Output de RA para o BTT e Caminhadas	36
Figura 5 – Head Up Display (HUD).....	46
Figura 6 – O Veículo Jaguar Land Rover.....	47
Figura 7 – Diagrama de casos de uso (use case, diagrama UML).....	56
Figura 8 – Especialização do Ator Utilizador RA.....	57
Figura 9 – Rede de 24 Satélites, Fornecem Serviço de GPS.....	58
Figura 10 – Localização Absoluta versus Localização Relativa	61
Figura 11 – Foco Central do Campo Foveal da Visão	64
Figura 12 – Visão estereoscópica tridimensional e paralaxe vertical	66
Figura 13 – Visualização prática da informação dada ao desportista.....	73
Figura 14 – Má visualização das fontes textuais	74
Figura 15 – Cenário 1 - Informação RA - apresentação máxima (versão 3).....	75

Figura 16 – Cenário 2 - Informativos RA - apresentação máxima (versão 3).....	76
Figura 17 – Cenário 1 - Informação RA – apresentação intermédia (versão 2).....	76
Figura 18 – Cenário 2 - Informação RA - apresentação intermédia (versão 2).....	77
Figura 19 – Cenário 1 Informação RA - apresentação mínima (versão 1).....	78
Figura 20 – Cenário 2 - Informação RA - apresentação mínima (versão 1)	78
Figura 21 – Testes de interação de utilizadores finais com protótipo de RA.....	79
Figura 22 – Gráfico de interação com a funcionalidade “Ok foto”	80
Figura 23 – Gráfico de interação com a funcionalidade "Ok mensagem" versus “Ok agente”	83
Figura 24 – Gráfico de interação da cinco funcionalidades com comando de voz	84
Figura 25 – Gráfico de interação das cinco funcionalidades com comando gestual	85
Figura 26 – Testes de interação de utilizadores finais com protótipo de RA.....	86
Figura 27 – Visão prática da informação dada aos atletas	90
Figura 28 – Mapa Conceptual de Interação Operacional	92
Figura 29 – Inquérito gratuito survio.....	103
Figura 30 – Resultado da questão 1/3.....	104
Figura 31 – Resultado da questão 2/3.....	104
Figura 32 – Resultado da questão 3/3.....	105
Figura 33 – Resultados do inquérito Google	106
Figura 34 – Interação dos utilizadores finais com protótipo RADO	108
Figura 35 – Testes de interação de utilizadores finais com protótipo de RA.....	119
Figura 36 – Enquadramento das problemáticas investigadas	122

Índice de Tabelas

Tabela 1 – População residente ≥ 15 anos que pratica desporto	42
Tabela 2 – Dados de cálculo.....	69
Tabela 3 – Características individuais dos utilizadores finais.....	81
Tabela 4 – Registo quantitativo e qualitativo	82
Tabela 5 – Resultado do questionário A em binário	87
Tabela 6 – Dados que podem ser apresentados nos óculos de RA.....	91
Tabela 7 – Capacidade de resposta das Funcionalidades em Offline/Online.....	91

1. Introdução

Vivemos em constante mudança e evolução tecnológica. Uma das mais recentes tecnologias é a realidade aumentada (RA). A RA é uma sobreposição de conteúdos digitais sobre a realidade visual, que pode incluir interação com objetos virtuais (Craig, 2013). Uma das capacidades mais recentes da RA é a visão raio X e reconhecimento espacial dos objetos reais para integração de objetos virtuais no espaço livre, por exemplo em cima de uma mesa numa sala. A interação com a RA pode ser gestual e com comandos de voz. A Gartner prevê que, depois de um longo período de desenvolvimento tecnológico e de refinamento, a implementação de aplicações de RA para o público em geral está a atingir o seu pico. E nos anos de 2016 e 2017 em diante, as soluções de RA estão prontas para um crescimento rápido, autorizado pela “Internet das Coisas”, ou Internet of Things (IoT), pelos negócios digitais e smartphones de última geração [Guia de Mercado para a realidade aumentada para 2016 (Market Guide for Augmented Reality for 2016 - gartner.com)].

Por isso, este trabalho de investigação tem como objetivo inicial introduzir a descrição desta inovadora tecnologia, o que está envolvido, os seus componentes, as características e os recursos para utilizar o sistema de informação e comunicação móvel da RA num contexto de utilização de desportos outdoor.

A RA está a receber um aumento de interesse por parte da indústria, por exemplo, o novo Samsung Galaxy 7®, que oferece a capacidade de utilizar novas aplicações de RA para uma experiência do utilizador final mais rica. Também os óculos inteligentes de RA da Recon Jet para atletas também estão à venda (disponível em: <http://www.reconinstruments.com/products/jet/>), prontos e abertos para receber todo tipo de aplicações desenvolvidas para o público das mais diversas áreas poderem aproveitar os seus benefícios. Por outro lado, o recente fenómeno mundial em jogos é o Pokémon Go® (Serino, 2016) que utiliza a tecnologia de RA (foi lançado em julho de 2016 e tem mais de 65 milhões de utilizadores). Do lado do gigante de software, a Microsoft®, introduziu no mercado as HoloLens® (disponível em: <https://www.microsoft.com/microsoft-hololens/en-us>) que são óculos de realidade misturada, com a capacidade de interagir com hologramas, no entanto, mais adequados para ambientes interiores.

Por isso, a RA é uma tecnologia, mas não deve ser categorizada apenas como uma simples tecnologia (Craig, 2013). Em vez disso, a RA pode ser um interface computacional avançado, que está a ser desenvolvido há mais de 40 anos. Ainda não foi implantada de forma expressiva na sociedade e está cada vez mais próxima de seu total aperfeiçoamento, ou seja, há uma forte exigência para ser adaptada às pessoas, sendo requerida a usabilidade da tecnologia, nas mais diversas áreas da sociedade (Sawyer, Finomore, Calvo, & Hancock, 2014; Chi, Kang, & Wang, 2013). Por isso, é imprescindível haver equilíbrio na quantidade da informação, sem negligenciar também a qualidade que é apresentada a um utilizador final de RA, para existir a melhor aceitação social deste avançado interface computacional, e assim haver uma utilização cada vez mais massiva deste interface avançado em desenvolvimento (pelo potencial de poder ter várias vias de interação).

Ou seja, a RA é um interface do utilizador para interagir com a informação apresentada e executar tarefas de forma mais intuitiva e eficiente. Aumenta a percepção do utilizador sobre o mundo real adicionando informações virtuais nele. São imagens geradas por dispositivos de RA e podem ser projetadas em óculos transparentes, o mais adequado para utilizar no exterior¹, no caso dos desportos outdoor, ou por exemplo, em um monitor para ser utilizado no interior, no caso indoor. A RA é um exemplo específico do que Fred Brooks² chama de *“Amplificação da Inteligência (AI): usar o computador como uma ferramenta para os humanos executarem tarefas de uma forma mais fácil”*. Ou como Alan B. Craig definiu no seu livro, *“a realidade aumentada é um media”* ou canal de comunicação, na qual *“a informação digital é sobreposta no mundo físico que está em ambos os registos espacial e temporal com o mundo físico e que é interativo em tempo real”* (Craig, 2013).

Sendo assim, a RA pode ser definida como uma combinação do ambiente real com o ambiente virtual, originando uma realidade mista. De acordo com Paul Milgram³ a realidade aumentada é uma subclasse de uma classe maior de tecnologias, a realidade

¹ A RA também pode ser utilizada num telemóvel ou tablet, por ser um equipamento móvel e portátil, no entanto não se adapta tão bem a conduzir uma bicicleta em movimento. Por exemplo, é aconselhado ter suporte fixo na bicicleta e outros cuidados de segurança.

² Frederick Phillips Brooks, é um engenheiro de software e informático. Conhecido pelo projeto OS/360, sistema operativo desenvolvido pela IBM para os mainframes System/360, e por escrever o livro *The Mythical Man-Month*.

³ Paul Milgram é doutorado e professor de Engenharia Mecânica e Industrial da Universidade de Toronto, diretor da ETC-Lab. Presidente e CEO da Translucent Technologies Inc. Área de estudos em fatores humanos, interfaces homem-máquina, tele operação e realidade aumentada.

misturada, ou “*Mixed Reality*” (MR), um “*continuum*” entre o ambiente real e o ambiente virtual. Veja a próxima figura.



Figura 1 – Continuum Realidade-Virtualidade (RV)

Adaptado de Milgram's Reality-Virtuality continuum. Taxonomia Visual de Realidade Misturada.

A anterior figura apresenta um framework de taxonomia dimensional, ou seja, uma taxonomia para classificação dos diferentes tipos de ambientes dentro da realidade misturada entre o real e o virtual. A RA encontra-se na segunda categoria, logo a seguir ao ambiente do mundo real. Esta taxonomia foi proposta por Paul Milgram em 1995, ou seja, a mistura dos mundos real e virtual (Milgram, Takemura, Utsumi, & Kishino, 1995).

Este continuum de realidade-virtualidade não foi definida até ao ano de 1994 por Paul Milgram e Fumio Kishino⁴ como um continuum que se estende a partir do ambiente real até ao ambiente virtual (Furht, 2011). Sendo que os sistemas de realidade aumentada podem ser divididos em cinco categorias (Fonte: Handbook of augmented reality (Furht, 2011)):

⁴ Fumio Kishino é professor no laboratório de engenharia e Interface Humano. Universidade de Osaka.

1. Sistema fixo de interior
2. Sistema fixo de exterior
3. Sistema móvel de interior
4. Sistema móvel de exterior
5. Sistemas móveis de interior e exterior

Sendo assim, neste caso, no âmbito dos desportos outdoor o foco será apenas na categoria 4 (quatro), ou seja, em um sistema móvel de exterior.

Tendo presente esta introdução, há uma forte necessidade, de serem formuladas questões específicas, no âmbito dos desportos outdoor, por exemplo, sobre os perigos da sobrecarga de informação e comunicação, e a potencial perda de concentração e em consequência, a tecnologia tornar-se prejudicial e causar perda de interesse por parte do público-alvo. Por isso, é necessário definir **quais são os dados apropriados a apresentar e como os apresentar em output, para garantir a maior aceitação social duma aplicação de RA para ser utilizada no exterior, por exemplo, desde a fazer uma simples caminhada, uma corrida, ou uma volta de bicicleta todo terreno.** A seguir é importante **encontrar alternativas aos constrangimentos inerentes à utilização do equipamento móvel no exterior, se não existir acesso à internet.** Por último, fazer inicialmente uma abordagem quantitativa e depois uma abordagem qualitativa com utilizadores finais reais. Esta matéria vai ser mais aprofundada na metodologia, nos conceitos chave e nas questões.

1.1. Metodologia

I. São introduzidos e definidos os conceitos de RA e posicionados no contínuo de realidade mista no âmbito dos desportos outdoor de BTT e caminhadas. É apresentada a tecnologia e o seu potencial para o presente e para o futuro.

II. São pesquisadas, analisadas e extraídas as conclusões de estudos e testes de cientistas especializados nas áreas de realidade aumentada, computação e interação humana ou humano-computador, bem como da psicologia, cognição humana e no âmbito empresarial.

III. No estado da arte são estruturados os dados a apresentar aos utilizadores

no visor dos óculos de RA através de um mockup e um protótipo, bem como através de uma tabela, depois são definidas as várias formas de interação dos utilizadores próprias no exterior com mãos livres. Por último, através do mapa conceptual de utilização operacional com o protótipo.

IV. São registados quantitativamente e avaliados os tempos de interação com utilizadores reais finais e perceber porque apresentam dificuldades em determinadas circunstâncias e interferem com a sua concentração e dificuldades de executar determinadas tarefas. São entrevistadas personalidades nacionais e internacionais para reforçar a abordagem quantitativa. E perceber qualitativamente a sua opinião, nomeadamente de:

Alan B. Craig,
Ben D. Sawyer,
Christiane Perey,
Diogo Cabral,
Doug Laney,
Frederick P. Brooks,
Fumio Kishino,
George Miller,
Guido Moura,
Heather F. Ross,
Henry Fuchs,
João Alfredo,
Keiichi Matsuda,
Mark Zuckerberg,
Nelson Cowan,
Paul Milgram,
Pedro Pinto,
Robson A. Siscoutto,
Ronald Azuma,
Para além de outros que trabalharam em conjunto com estas personalidades.

V. As questões, problemas e constrangimentos são analisadas e respondidas sobre o que um utilizador desportista se depara a praticar desportos outdoor e que não

originem sobrecarga e ambiguidade de informação. Os resultados da análise de dados vão agregar e depois filtrar os resultados de respostas às questões e problemáticas, com o estudo empírico da interação de utilizadores finais, por último, as direções para futuras pesquisas e a conclusão do estudo.

Sendo assim o posicionamento da RA do BTT e caminhadas, conforme ilustrado nesta introdução, encontra-se no quarto grupo taxonómico, ou seja, o grupo dos sistemas móveis de exterior. Neste contexto, conclui-se que os elementos virtuais são quase inexistentes, para salvaguardar uma utilização equilibrada, como apresentação a um utilizador de desportos outdoor, para evitar a sobrecarga de informação e o aumento dos riscos físicos, inerentes a estes tipos de desportos. No entanto, como irá ser apresentado mais à frente, o potencial do conjunto, o equipamento móvel de realidade aumentada mais a comunicação remota estável com um servidor⁵, pode incluir o registo de um objeto virtual no ambiente real, e que pode interagir inteligentemente com o utilizador.

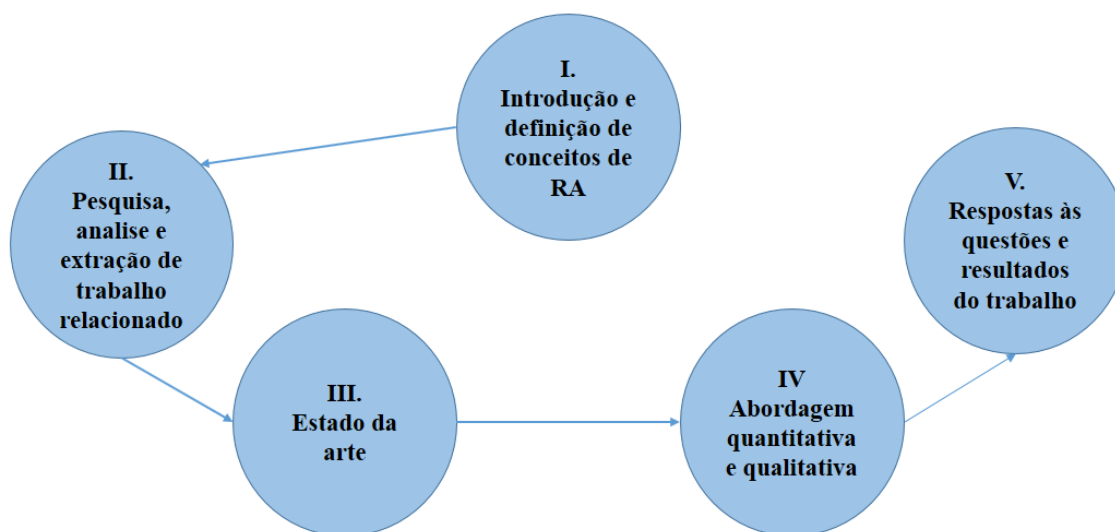


Figura 2 – Passos da metodologia

⁵ Pode ser sugerido um servidor Big Data por ser útil a tratar os vários tipos de dados e elevada quantidade de dados, por ter vantagens em relação a um SGBDR, o que deve ser levado em conta aquando da implementação para ser utilizado no exterior.

1.2. Apresentação de Capítulos

O presente documento está repartido em nove capítulos, onde são focados os aspetos considerados essenciais para dissertar sobre o tema de realidade aumentada nos desportos outdoor (RADO), por exemplo, sobre a sobrecarga de informação, a aceitação social, a interação, a usabilidade e os benefícios que se podem obter se os temas anteriores forem adequados. Após o resumo o documento está estruturado da seguinte forma:

Capítulo 1. Introdução

Neste capítulo é introduzida a descrição da tecnologia de RA, e como ela é enquadrada nos desportos outdoor e na classe de realidade mista mais apropriada, bem como o que se espera com este trabalho. Será explicada a metodologia adotada, para abordar os problemas presentes, e como deverão ser respondidos para se terem resultados concretos da análise de dados. Também é feita uma apresentação sintetizada do conteúdo dos capítulos. Depois os conceitos chave, quais as suas limitações e a necessidade de levantamento de questões, problemas e constrangimentos no âmbito da RADO. Por último, é feita a referência à publicação da editora IGI Global produzida em paralelo com a presente dissertação.

Capítulo 2. Estado da Arte

Neste capítulo é introduzido o estudo que envolve a sobrecarga de informação e comunicação na era digital, a ser feito antes de desenhar e avaliar o interface de RA adequado a ser usado nos desportos outdoor. São investigados os paradigmas desta sobrecarga, o dever de levar em conta a capacidade humana cognitiva para digerir da melhor forma a informação, bem como, a imposição e necessidade de haver boa aceitação social, o perigo em potência da distração e o estilo aceitável de um equipamento de RA. Por último, é sugerida uma forma de fazer a gestão da informação dada aos utilizadores finais.

Capítulo 3. Desenho e Avaliação de Interface

Neste capítulo são agregadas e avaliadas as tecnologias atualmente ao dispor para a utilização da RA no exterior, ou seja, é feita uma avaliação dos componentes tecnológicos de forma adequada à interação humano-computador, a localização e

referenciação, o microfone e os auscultadores, a visão e estereoscopia, os eventos e a informação inteligente, com o objetivo de desenhar um interface capaz para os utilizadores finais lidarem com a informação apresentada e com as funcionalidades.

Capítulo 4. Testar as Hipóteses da Investigação

Neste capítulo são testadas as hipóteses da investigação, com um tratamento dos dados após uma abordagem quantitativa e qualitativa da informação recolhida e necessária para responder à questão principal, aos problemas e constrangimentos envolvidos.

Capítulo 5. Implementação de Interface

Neste capítulo são apresentadas cinco alíneas ou partes, implementadas com o objetivo de gradualmente ter os meios de recolha de dados para responder às questões e problemas inerentes à utilização da tecnologia da RA no outdoor, por exemplo, desenhar um mockup de RA com o agrupamento estático da informação e funcionalidades. Posteriormente construir um protótipo para efetuar testes a utilizadores reais e recolher a reação da execução de tarefas funcionais e interações com a informação relevante/adequada no âmbito do outdoor. Depois a tabela que estrutura os tipos de dados informativos a apresentar nos óculos de RA. Por último, as palavras-chave, através de um mapa conceptual, de interação operacional com o protótipo de RA.

Capítulo 6. Entrevistas e Inquéritos

Neste capítulo é apresentado o trabalho de investigação e abordagem qualitativa no campo da RA, engenharia da computação, cognição humana e entre outras, ou seja, entrevistas com especialistas na área de estudo e como a realidade aumentada pode ser útil e aceite por um desportista de BTT e caminhadas no outdoor. Depois uma análise estatística do inquérito.

Capítulo 7. Resultados da Análise de Dados

São apresentados os resultados da análise de dados de forma sucinta, necessárias para as respostas às questões levantadas e problemas envolvidos e qual foi o caminho para as responder. São explicados os resultados da dissertação para serem aproveitados, por quem quiser planear o desenvolvimento de uma aplicação real de RA para os desportos outdoor.

Capítulo 8. Direções para Futuras Pesquisas

São apresentadas as direções, que com os resultados deste trabalho podem levar, ou seja, quais são as futuras pesquisas que podem ser tomadas, quer pelo autor da dissertação, quer por outros.

Capítulo 9. Conclusão

Com este capítulo concludente, são apresentadas as conclusões deste trabalho de dissertação de mestrado. Quais foram as maiores dificuldades deste estudo de investigação para responder a todas as questões levantadas, bem como o que se aprendeu, e qual é o contributo que se quer deixar no âmbito dos desportos outdoor.

1.3. Conceitos Chave

Ao analisar os vários sistemas de Realidade Aumentada (RA) desenvolvidos nos últimos anos, é possível observar que a arquitetura de software e hardware adotada entre eles difere amplamente. Desde a medicina, desporto, jogos, ciência, engenharia, arquitetura, arte e design, entretenimento, lazer, turismo, e por aí fora.

Por isso, um dos objetivos do presente trabalho é apresentar, por um lado, quais são os benefícios de usar a RA, e por outro lado, as implicações e os critérios que devem haver, desta tecnologia dos novos media de realidade aumentada nos ambientes desportivos no exterior, ou seja, qual o valor prático que se pode extrair e a usabilidade que se pode obter deste interface avançado. Depois, são colocadas as questões sobre a apresentação da informação a um utilizador sem ser em excesso e as mais adequadas possíveis. Desta forma, são apresentados e extraídos os melhores benefícios desta tecnologia de realidade aumentada. São avaliados os perigos de uma sobrecarga de informação, bem como de uma sobrecarga de comunicação, e que devem ser sensatamente, consideradas antes de implementar este sistema de RA, para ser utilizado especialmente no exterior (Azuma, 1999; You, Neumann, & Azuma, 1999; Azuma et al., 2001), porque eles são fundamentais para que a tecnologia seja usada o melhor possível, e neste caso, para o desporto ou competição, mas também para eventos planeados em grupo ou individuais com o auxílio dos dados do sistema, que orientam os utilizadores no trajeto, os locais de interesse e informação baseada em variáveis geográficas, climáticas e biométricas.

A utilização móvel da RA nos desportos outdoor nomeadamente no BTT, atletismo e caminhadas, não tem evoluído de forma muito expressiva, ou seja, uma RA única que sirva para informar um utilizador desportista, sobre o seu estado de saúde (ritmo cardíaco, gasto calórico), dados climáticos (temperatura, altímetro, humidade relativa), medições de trajetos (velocidade, distância e quilómetros percorridos) e gravação (imagem, som e vídeo), as localizações GPS e direções dos trajetos, bem como apresentação de dados inteligentes (nome do evento atual personalizado, notícias relevantes e conselhos vitais).

Por isso, foram imprescindíveis os avanços na tecnologia de RA móvel, porque embora o conceito remonte à década de 1960, Ronald T. Azuma⁶ explicou que não se fez um campo de pesquisa até a década de 1990. Inicialmente, foi aproveitada para uma variada gama de aplicações, desde simuladores de treinamento de voo e treinamentos militares, até para filmes de ficção científica. No entanto, a mais recente, aplicação foi o Google Glass (Ross, & Harrison, 2016). Apesar da primeira versão do equipamento ter sido retirada do mercado, esta inovação foi descrita como sendo um dos desenvolvimentos mais interessantes em tecnologia “vestível” ou verdadeiramente móvel dos últimos quatro anos. O que contribuiu foram os avanços em sistemas de computação móvel, especialmente a inclusão de camaras nos telemóveis, o que fez acelerar o desenvolvimento de aplicações inovadoras de RA (Ross, & Harrison, 2016).

Finalmente, a missão deste trabalho é contribuir para ser implementado o melhor sistema de realidade aumentada móvel, para o exterior e para superar os constrangimentos e limitações do que pode ser feito com aplicações de RA móveis ou problemáticas adicionais que o desenvolvedor da aplicação deve abordar para superar esses condicionalismos, por exemplo, para superar as limitações tecnológicas e ambientais porque estes estão claramente inter-relacionados, porque os ambientes do outdoor são meios mais difíceis de controlar, do que se a tecnologia fosse implementada em ambientes do indoor. Além das limitações humanas na compreensão da informação, devido a possíveis sobrecargas de informação, e depois as restrições que são geralmente relacionadas com as capacidades limitadas de dispositivos móveis, e que o equipamento

⁶ Ronald T. Azuma, conhecido por ser pioneiro no campo da realidade aumentada e geralmente contribuidor na definição da realidade aumentada e orientador dos seus novos desenvolvimentos. Universidade da Carolina do Norte, Chapel Hill, NC. Doutorado em ciência da computação (Maio de 1995); Mestre em ciências da computação (Maio de 1990). Líder de Realidade Aumentada, Intel Labs (Santa Clara, CA).

de RA deve ser viável numa grande variedade de condições ambientais (You, Neumann, & Azuma, 1999).

1.4. Limitações

Este projeto de investigação, de realidade aumentada, é limitado e aplicado apenas no âmbito dos desportos outdoor, por exemplo no desporto de BTT, caminhadas ou atletismo.

Limita-se a utilização da realidade aumentada em dispositivos móveis, cujo output é apenas em óculos transparentes, e o cálculo e armazenamento dos dados informativos são apenas portáteis, por meio de equipamentos móveis.

O cálculo e armazenamento dos dados informativos são efetuados através de sensores do dispositivo móvel e pode ser auxiliado pela utilização de servidores remotos⁷, para trazer benefícios significativos, e no caso dos ambientes dos desportos outdoor de realidade aumentada, irá retornar informação inteligente, ou seja, “valor”, para complementar a comunicação dos dados inteligentes.

Os resultados da análise de dados são limitados inicialmente a uma investigação teórica que serve para avaliar qualitativamente a necessidade de não haver sobrecarga de informação, depois com uma abordagem quantitativa a vários utilizadores finais, em que interagem com um protótipo de RA. A abordagem quantitativa é por último, reformada com dois questionários e algumas entrevistas, para responder às questões e problemas levantados.

As questões, problemas e constrangimentos são limitadas ao que está envolvido com a sobrecarga de informação e o que a pode originar, por exemplo, a falta de conhecimento da tecnologia de RA (educação e habituação), à informação ser adequada ou não dar a um utilizador final que pratique BTT, caminhadas ou atletismo, bem como a melhor forma de a entregar, bem como a sua melhor ou pior usabilidade. A utilização da aplicação de RA com o dispositivo móvel no exterior em que os utilizadores se deparam com vários tipos de informação, por exemplo, informação numérica e informação simbólica (ícones representativos da informação – uma abstração). A interação dos utilizadores, desportistas ou não, com o dispositivo móvel é limitada à

⁷ As variáveis climáticas, tais como o estado do tempo, normalmente necessita de acesso a um servidor remoto, para em função da geolocalização saber-se quais as condições ambientais atualizadas.

interação gestual e/ou interação audível com microfone. A operação com gestos e com voz é a entrada para despoletar as funcionalidades que estão limitadas a cinco funcionalidades (tirar fotos, filmar, comunicar, enviar mensagens e solicitar informações ao agente/sistema).

Por último, a informação ser limitada por ser constituída por um conjunto de três variáveis, ou seja, dados biométricos, dados climáticos, dados geográficos (localização, direção, rota e distâncias).

1.5. Questões

A questão principal assenta na problemática da utilização da tecnologia de realidade aumentada nos ambientes dos desportos outdoor do BTT e caminhadas com o objetivo final de haver a melhor aceitação e benefício para os utilizadores finais:

Questão Principal – A atenção do utilizador fica dispersa, devido à sobrecarga de informação, nos óculos de realidade aumentada móvel no exterior a praticar desporto, e em consequência comprometer a usabilidade e os benefícios desta tecnologia?

A resposta é necessária para explicar que, embora existam riscos, ou seja, o potencial de perda de concentração, mesmo assim, há vantagens em usar um sistema de RA.

O processo para encontrar esta resposta, irá investigar os resultados dos testes realizados, por exemplo, com o Google Glass, bem como perceber a capacidade cognitiva do ser humano a praticar desportos e ao mesmo tempo receber diversos tipos de informação.

A seguir, através de um protótipo de RA efetuaram-se testes com utilizadores finais, e mediram-se quantitativamente a sua concentração à informação apresentada e que ao mesmo tempo executam tarefas com várias funcionalidades que são normalmente utilizadas por desportistas no outdoor⁸.

⁸ Por exemplo: tirar uma foto, filmar, telefonar, enviar uma mensagem ou saber alguma informação necessária durante uma caminhada, mas de uma forma facilmente acessível.

Por último, efetuaram-se uma abordagem qualitativa com um questionário final para a recolha de opiniões, bem como, entrevistas efetuadas a investigadores e utilizadores das mais diversificadas áreas.

Outras questões e problemas que circundam a questão principal são quais os dados que podem ser apresentados de forma a serem úteis no output em desporto em outdoor?

Para responder é crucial, primeiro saber o que um desportista que pratica BTT, caminhadas e atletismo precisa. Por exemplo, se ele estiver com um grupo, ou se ele está competindo com outros atletas, se ele está sozinho e perdido no terreno, ou se está a sentir-se mal (de saúde) e tem, por exemplo, um ritmo cardíaco elevado, ou necessita de locais de apoio/suporte durante o trajeto.

Estas questões ajudarão a garantir a melhor aceitação social de uma aplicação de RA para ser utilizada no exterior por um utilizador, porque vai ao encontro de necessidades básicas, transversais a todos, mas especificamente para um desportista que pratique desportos outdoor de BTT, caminhadas e atletismo.

A resposta à questão pode ser obtida por saber e perceber o que aconteceu, por exemplo, com a rejeição social do Google Glass, o que originou essa rejeição? Depois saber os resultados de estudos de interação com Smart Glasses para encontrar a solução ideal. Depois recolher resultados quantitativos e qualitativos de testes de interação, questionários ao público e a opinião de especialistas em entrevistas.

Para responder a estas questões e problemas devem-se levar em conta os ambientes no exterior, que por serem pouco ou nada controlados podem existir diversos constrangimentos, por exemplo se o equipamento móvel de RA no exterior não conseguir aceder remotamente à internet e a servidores de auxílio para troca de dados que possam ser necessários aos utilizadores nas suas atividades normais de comunicação e localização. Ou constrangimentos de ambientes muito ruidosos e distrações, depois como interagir com um equipamento móvel de RA a conduzir uma bicicleta a alta velocidade, tendo o utilizador as mãos no guiador?

É necessário responder a estes problemas e constrangimentos, porque se não existirem comunicações no exterior, ou se as comunicações estão sobrecarregadas e a ligação à Internet é muito lenta, se existe latência, é essencial haver alternativas para

fornecer informações para um utilizador no terreno, fora de casa. Também se o utilizador for obrigado a interagir apenas com as mãos no equipamento, pode ser difícil fazê-lo a conduzir uma bicicleta.

1.6. Publicação de Artigo em Paralelo

A produção do trabalho da presente dissertação foi desenvolvida em paralelo com uma publicação de artigo e investigação do tema da realidade aumentada e o paradigma da sobrecarga de informação nos ambientes dos desportos outdoor. A obra literária foi incluída no livro: “Information and Communication Overload in the Digital Age” da editora IGI Global Disseminator of Knowledge.

A problemática da sobrecarga de informação e comunicação com as novas tecnologias, nomeadamente com a utilização da realidade aumentada, podem ser um fator negativo quer para a aceitação social, quer para a usabilidade e para a obtenção dos melhores benefícios. O capítulo incluído é: “Information Overload in Augmented Reality - The Outdoor Sports Environments”, onde são igualmente apresentados os resultados empíricos de testes com utilizadores finais (Pascoal, R. M., & Guerreiro, S. L., 2017).

1.7. Introdução do Estudo

No próximo capítulo (capítulo 2. Estado da Arte), são identificados os problemas e constrangimentos que são originados pela sobrecarga de informação e que por isso é necessário o estudo presente para se saber quais as formas para reduzir, eliminar ou lidar com essa sobrecarga de informação e comunicação.

No capítulo 5. Implementação do Interface é exibido inicialmente, um mockup de RA com o objetivo de representar a disposição ideal da informação para o utilizador, onde são sugeridas as disposições ideias de acordo com a matéria apresentada anteriormente. A seguir é apresentado um protótipo de RA. Depois a tabela da informação sugerida a apresentar nos óculos de RA e um mapa conceptual de utilização do protótipo, com as palavras-chave de interação. Por último, doze utilizadores finais são submetidos a testes a interagir com cinco funcionalidades de uma aplicação de RA em ambientes do outdoor, por exemplo, ambiente ruidosos com distrações.

A informação apresentada nos óculos de RA, conforme se verá de seguida, é comunicada ao utilizador e pode ser a apresentação do seu o estado de saúde, os dados climáticos do local, a sua geolocalização, ou seja, a latitude e a longitude, bem como a sua orientação, bússola, a medição de trajetos, gravação, que envolve tirar fotografias e/ou filmar, depois as telecomunicações, as chamadas telefónicas, a comunicação radio ou o envio de mensagens SMS e MMS, e *registo de eventos sugeridos inteligentemente* (Azuma & Bishop, 1994). Por exemplo, o uso móvel da RA nos desportos ao ar livre de bicicleta de montanha e caminhadas, que servem para informar o desportista de sua saúde, como a frequência cardíaca, os dados meteorológicos, a temperatura, altímetro, humidade relativa do ar, as medições de trajetos, tais como a velocidade, quilómetros percorridos e *locais de gravação, imagem, som e GPS* (You, Neumann, & Azuma, 1999).

O outro componente que pode enriquecer uma aplicação de realidade aumentada no exterior é a informação inteligente de eventos, notícias, pontos de interesse, por exemplo, restaurantes, pontos turísticos, pontos de suporte, que existem nas proximidades, no âmbito do desporto que está a ser praticado e de acordo com as preferências de cada utilizador, e finalmente, com base em conselhos vitais, fazendo a medição da frequência cardíaca do desportista. No entanto, conforme analisado, a apresentação desta informação deve ser sempre equilibrada e não deve ser excessiva, para não sobrecarregar o utilizador com informações e também não sobrecarregar a comunicação com um sugerido servidor remoto que possa ser necessário (para ter informações climáticas e de geolocalização), porque pode nem estar disponível devido às condições do terreno.

Por isso, uma das formas, de contornar os constrangimentos do excesso de informação no visor dos óculos, é por apresentar a informação sob a forma audível, em vez de ser toda, na forma escrita, pois a qual pode sobrecarregar o utilizador com informação exagerada. Sendo assim, a RA pode-se aplicar em todos os sentidos, não apenas à visão.

Desde os primórdios da RA, os pesquisadores sempre se concentraram em misturar imagens e gráficos reais e virtuais. Contudo, *a RA pode e deve ser estendida para incluir som. O utilizador pode usar auriculares equipados com microfones* (Azuma, 1997). Para além do som, ainda é possível, um equipamento de RA, *exibir sinais olfativos - cheiro, sinais gustativos - sabor, e sinais táteis - toque* (Craig, 2013). No entanto, para futuro protótipo é aconselhável não desenvolver estas capacidades, numa primeira versão

da aplicação, estas três funcionalidades, tais como o cheiro, sabor e toque virtuais, por não serem as mais adequadas para os ambientes de desportos no exterior. Devem ser inicialmente exploradas apenas as entradas e saídas da informação do som, ou seja, auriculares e microfone.

Este sistema de RA ao ar livre também pode executar a tarefa para *exibir os locais de passagem, ou seja, trilhos e marcos diretamente sobre seu ponto de vista da área circundante, sem uma elevada carga cognitiva*. Por exemplo, o pesquisador Ronald Azuma et al, falou que *soldados até poderiam ver os locais de inimigos, e áreas perigosas como campos minados que poderiam não ser facilmente perceptíveis a olho nu* (Azuma, 1999), ou os locais onde se encontram os amigos, ou neste caso, os companheiros do grupo de BTT ou de caminhadas. Desta forma, estes sistemas de RA ao ar livre personalizados também são úteis para grupos de utilizadores que trabalham ou se entretém em conjunto.

2. Estado da Arte

Tivemos inicialmente explanada, conforme já apresentado, a definição e os conceitos chave da tecnologia da RA. Agora, vamos ver o problema da sobrecarga de informação e comunicação na era digital, de que se trata e como pode ocorrer, a seguir analisa-se a aceitação social das novas tecnologias porque são fundamentais para o sucesso a longo prazo da utilização da RA.

2.1. A Sobrecarga de Informação e Comunicação na Era Digital

Para construir um sistema de realidade aumentada móvel para ser utilizado no exterior, nomeadamente nos desportos outdoor, é necessário, primeiro de tudo, compreender e identificar os perigos e quais são as causas da sobrecarga de informação e comunicação desta tecnologia da RA na era digital, da atualidade. Devem identificar-se os perigos (exemplo: ruído, distração) e assim, melhor compreender quais são as soluções para melhor adaptar a informação adequadamente ao contexto presente, com o intuito de não haver uma sobrecarga, ambiguidade ou excesso de informação (Sawyer, 2014).

Estes perigos de uma sobrecarga de informação têm sido objeto de estudo por vários investigadores, que têm avaliado esses perigos e devem ser considerados antes de implementar um sistema para ser usado especialmente ao ar livre (Bawden, & Robinson, 2009; Azuma, Hoff, Neely, & Sarfaty, 1999), porque eles são fundamentais para que a tecnologia seja utilizada da melhor forma para o desporto ou competição.

As pessoas estão cada vez mais interessadas em desportos ao ar livre, especialmente em caminhadas, corridas e bicicletas de montanha, por uma variedade de razões, por exemplo, para melhorar a saúde e combater o sedentarismo, reduzir o peso, para sair com os amigos, para uma aventura, para exploração e contacto com a natureza, ou apenas para “apanha um pouco de ar”, e neste contexto porque não aproveitar a utilização das novas tecnologias de informação e comunicação, de uma forma sábia e equilibrada? Mas para bem da maioria dos utilizadores, deve de haver sensatez e critérios, porque há dimensões sociais e políticas a avaliar quando chegam novas tecnologias, tais como a RA, e quando se pretendem colocar nas mãos de utilizadores reais (Azuma, 1997).

Alguns exemplos de sobrecarga de informação e comunicação e que podem ser criados com a tecnologia de realidade aumentada, são “*a ansiedade da Informação*”

(Bawden & Robinson, 2009), um termo cunhado por Saul Wurman⁹, é geralmente considerado como sendo uma condição de stress causado pela incapacidade de aceder, compreender, ou fazer uso das informações necessárias. A causa disso pode ser a sobrecarga de informação ou o inverso, por informação insuficiente; pode igualmente ser devido a informações pouco organizadas, mal apresentadas ou mal estruturadas, ou uma diversidade de outras causas, incluindo a falta de compreensão do ambiente da informação em que se está a trabalhar. Uma condição bastante similar da ansiedade na biblioteca que foi reconhecido e nomeado, já em 1986, e tem sido analisada mais de uma vez. Este é um tipo de ansiedade que leva a uma sensação de impotência quando se começa uma pesquisa ou uma busca de informações numa biblioteca, e que origina sentimentos de estar perdido, desorientado e incapaz de encontrar o caminho de volta, e com medo de se aproximar do pessoal da biblioteca (Bawden & Robinson, 2009).

De acordo com as estatísticas do Jornal da Ciência da Informação de Londres de 2008, levaria mais de 200.000 anos para ‘ler toda a Internet’, permitindo 30 minutos por documento. Mais informações foram criadas, nos últimos 30 anos, do que nos 5.000 anos anteriores. Aumentar a diversidade de informações também pode levar a uma sobrecarga, em parte por um consequente aumento do volume de informações sobre um determinado assunto, que pode vir de diferentes perspetivas, mas também por causa de uma dificuldade intelectual no encaixe dentro de uma estrutura cognitiva adequada, para usar pelo utilizador. A diversidade pode ocorrer tanto na natureza da própria informação, e no formato em que ela aparece a um típico utilizador empresarial que tem de lidar com papel, correio eletrónico (e-mail), correio de voz (voice-mail), websites tradicionais, e assim por diante (Bawden & Robinson, 2009).

É crucial para uma aplicação de RA, que a informação seja exposta de forma organizada, a quantidade de informação deve ser simplificada e ser direta, especialmente para os desportos de competição e ambientes no exterior. Mesmo em um simples passeio de relaxamento, com um sistema de RA ao ar livre, um utilizador quer relaxar e não é sensato sobrecarregá-lo com muita informação, o que provoca a rejeição gradual e desencoraja a utilização da realidade aumentada nos desportos outdoor a longo prazo.

⁹ Saul Wurman desenvolveu trabalho sobre a ansiedade da informação. Source: R.A. Wurman, *Information Anxiety 2* (New Riders Publishers, New York, 2001).

Pode ser visto o cúmulo da sobrecarga de informação no filme de Keiichi Matsuda, “*Augmented (hyper) Reality: Domestic Robocop*”¹⁰. Que oferece um vislumbre de um universo alternativo, com realidade aumentada redobrada até o próximo nível. Matsuda estudou na Escola de Arquitetura de Bartlett, Londres, Inglaterra, onde os alunos usaram animação e gráficos de movimento para investigar novas possibilidades arquitetônicas em Londres. A próxima figura apresenta de forma artística essa sobrecarga de informação através da RA em seu potencial máximo, apresentação de informação e funcionalidades em que o utilizador pode interagir.



Figura 3 – Augmented (hyper) Reality - Domestic Robocop
Cortesia de Keiichi Matsuda

“A segunda metade do século 20 viu o ambiente construído fundir-se com o espaço dos Média, e a arquitetura assumir novas funções relacionadas com a marca, imagem e consumismo”, escreveu Matsuda em sua página no Vimeo. A RA pode recontextualizar as funções de consumismo e arquitetura, e mudança na maneira em que operam dentro dele. Um filme produzido por mestres no último ano de arquitetura, parte de um projeto maior sobre as consequências sociais e arquitetônicas de novos meios de comunicação e realidade aumentada. Keiichi também comentou sobre algumas das

¹⁰ Super Realidade Aumentada: Robô Doméstico.

questões que ele estava tentando endereçar: a invasão dos media e a techno-dependência, e por aí fora. Ele também escreveu: *“como a maioria da ficção científica, uma crítica do presente e não do futuro”*.

De seguida, no subtópico seguinte, vão ser mostrados alguns exemplos de informação e comunicação em sobrecarga e que podem ser criados com a tecnologia de realidade aumentada (Bawden, & Robinson, 2009). Outro exemplo são os estudos psicológicos que mostraram que, devido a limites de memória de curto prazo, os seres humanos têm uma capacidade muito limitada de processamento de informações - esta é estimada como sendo *“o mágico número sete, mais ou menos dois conceitos”* ou “segmentos” de informação simultaneamente (Miller, 1956). Se a quantidade de informações recebidas exceder esses limites, pode seguir-se uma sobrecarga de informação e a compreensão pelo utilizador degrada-se rapidamente.

Uma série de experiências usando uma ampla gama de diferentes estímulos experimentais de sons, sabores, cores, pontos, números e palavras, foi observada uma semelhança surpreendente da *“capacidade do canal humano”* em todas estas experiências, com uma média de 6,5 conceitos, e um desvio padrão, incluindo 4 a 10 conceitos ao mesmo tempo. Este tem sido descrito como o *“limite inelástico da capacidade humana”* ou *“capacidade cognitiva”*, e representa uma das leis mais duradouras da cognição humana (Miller, 1956).

O principal mecanismo utilizado pela mente humana para lidar com grandes quantidades de informação é a de organizá-lo em “pedaços” de tamanho administrável (Miller, 1956). A capacidade de desenvolver de forma recursiva os pedaços saturados de informação é a chave para a capacidade das pessoas em lidarem com a complexidade a cada dia.

Ann M. Barry¹¹ no seu famoso livro *“Inteligência Visual”* disse que *“mesmo quando vemos televisão, não compreendemos cerca de 30 por cento do que nos é mostrado. O nosso estado emocional, a mentalidade no momento, e experiências prévias, todos parecem conspirar contra a visão das coisas e de como elas realmente são”* (Barry, 1997).

¹¹ Ann Marie Barry é doutorada e uma estudiosa interdisciplinar cujo principal interesse reside na dinâmica neurológica de comunicação visual, percepção visual, estética e prática ética.

De acordo com o estudo de Ann Barry, o movimento é essencial para a visão, porque a função dos nossos olhos é observar e registar as mudanças. Sem a existência do movimento, os olhos simplesmente não gravavam nada (Barry, 1997).

O Número Mágico Sete

Geralmente considera-se que a atividade da memória tem uma capacidade limitada. As mais antigas quantificações do limite da capacidade associada à memória de curto prazo era o “número mágico sete” introduzido por George Miller (1956). Que ficou conhecida como a Lei de Miller (Miller, 1956).

George A. Miller¹² notou que a capacidade da memória de jovens adultos era por volta de sete elementos, chamados “chunks” ou pedaços, indiferentemente se os elementos fossem dígitos, letras, palavras ou outras unidades. Uma pesquisa posterior revelou que a capacidade depende da categoria dos chunks utilizados, isto é, a capacidade é cerca de sete para dígitos, cerca de seis para letras e cerca de cinco para palavras e até mesmo da característica dos chunks dentro de uma categoria. Por exemplo, a capacidade é menor para palavras longas do que para palavras curtas. Em geral, a capacidade da memória para contextos verbais, ou seja, dígitos, letras, palavras, etc., dependem fortemente do tempo que leva para falar dos conteúdos em voz alta e da função léxica dos conteúdos, isto é, se os conteúdos são palavras conhecidas da pessoa ou não. Vários outros fatores também afetam a medida da capacidade de memória de uma pessoa e por isso é difícil estabelecer a capacidade da memória de curto prazo por um número de chunks. No entanto, no ano de 2001 Nelson Cowan¹³ propôs que a atividade da memória tem uma capacidade de cerca de quatro chunks em adultos jovens, e menor em crianças e adultos mais velhos (Cowan, 2001).

Por isso, com o objetivo de enquadrar e justificar em contexto de utilização de realidade aumentada, propõe-se que a informação e funcionalidades dadas aos utilizadores finais de RA nos desportos outdoor, não devem ser em excesso. O que reforça os estudos quantitativos de Ben Sawyer sobre a distração da tecnologia de RA (com os

¹² George Armitage Miller, citado por 12.825 é um dos criadores da ciência cognitiva moderna. Executou estudos sobre a linguagem e estão entre os primeiros em psicolinguística.

¹³ Nelson Cowan trabalha na universidade do Missouri em psicologia cognitiva.

Google Glass) dificuldades dos utilizadores a ler e responder a mensagens enquanto conduzem (Sawyer, 2014). No entanto se a informação for bem organizada e estruturada no visor, em um conjunto de até 7 (sete) elementos no máximo (sugestão do autor), e apresentada da direita para a esquerda com grau de importância decrescente, conforme figura seguinte. Os pormenores técnicos irão ser aprofundados no estado da arte, no Desenho e Avaliação de Interface, e na Implementação de Interface com o mockup e protótipo, onde irão ser testadas as capacidades cognitivas de utilizadores reais.



Figura 4 – Output de RA para o BTT e Caminhadas
Cortesia de Rui M. Pascoal

Mas como pode ser feita a gestão da informação? No tópico 2.4. A Gestão da Informação Data ao Desportista Outdoor” irá abordar esta questão.

2.2. A Aceitação Social das Novas Tecnologias

Após serem identificados alguns problemas que advêm da sobrecarga de informação e comunicação e os limites da cognição humanas, sugere-se que haja uma quantidade equilibrada, adequada e útil dessas informações fornecidas aos utilizadores de realidade aumentada, mas também, devem definir-se critérios de qualidade das

informações fornecidas, ou seja, com o objetivo de haver uma maior aceitação social para adotar a tecnologia de RA especificamente aos desportos outdoor do BTT e caminhadas. Por exemplo, uma correta distribuição dos componentes no visor para não dificultar ou obstruir a visão humana do mundo real, também o tipo de letra e números utilizados devem ser de fácil leitura e compreensão.

Por outro lado, inicialmente devem utilizar-se formas eficazes de convencer os utilizadores sobre as vantagens desta tecnologia emergente da realidade aumentada, e a sua utilização, bem como reunir boas práticas para convencê-los dos seus benefícios com o objetivo de conseguir a possível e melhor aceitação social (Ross, & Harrison, 2016).

Sendo assim, para mostrar a melhor maneira, ao potencial de mercado, as necessidades, requisitos e as possibilidades deste interface avançado de RA, deve estar presente na educação do consumidor (Ross, & Harrison, 2016). De grande ajuda é quando existe uma prévia educação em RA e depois uma habituação ou “vício” na sua utilização.

No aspeto de um produto de RA ser introduzido no mercado, há diversas metodologias, que normalmente são da competência do departamento de marketing que deve fazer inicialmente um estudo SWOT¹⁴ para avaliar as quatro características que um produto pode apresentar, tais como as suas forças, fraquezas, oportunidades e ameaças do equipamento de RA para o outdoor. De seguida, avaliar as necessidades do mercado, a oportunidade de negócio, as barreiras à entrada e barreiras à saída e efetuar uma estimativa de vendas. Por último, construir um BMCANVAS¹⁵ de forma a garantir aceitação, viabilidade e a sustentabilidade da ideia de negócio.

Além disso, outras perguntas surgem sobre a usabilidade, sobre as consequências sociais da utilização da RA não ser corretamente utilizada, e a sua interação ser tão natural quanto possível, porque se o for, a tecnologia vai mais facilmente ser socialmente aceitável, por fim vai-se desfrutar o melhor desta tecnologia no exterior. Por isso, deve-se reunir a melhor maneira de informar previamente os utilizadores sobre esta tecnologia emergente da realidade aumentada, bem como reunir a melhor maneira de convencê-los dos seus benefícios para alcançar a melhor aceitação social.

Quando é ganha a confiança dos utilizadores é imprescindível não os desapontar. A aceitação social no campo da RA está diretamente relacionada com a usabilidade e com sobrecarga de informação. Porque se o equipamento móvel apresentar demasiada

¹⁴ Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats.

¹⁵ Business Model Canvas, um quadro que reúne um conjunto de intervenientes de negócio.

informação os utilizadores irão ficar cansados, não conseguirão lidar com a complexidade, também não vão conseguir executar facilmente as funcionalidades do equipamento, e por último, deixarão de utiliza-lo.

Os sistemas móveis, tais como a realidade aumentada em ambientes ao ar livre, são constantemente confrontados com problemas de aceitação social ao ir dos laboratórios para a indústria, por exemplo o que aconteceu com o Google Glass. Houve inicialmente uma curiosidade natural do público pela nova tecnologia, mas posteriormente, uma clara falta de aceitação social, originados principalmente com preocupações sobre a privacidade e segurança, o que viu o produto retirado do mercado depois de menos de um ano, sofreu a rejeição social. É o que muitos novos equipamentos têm de superar em sua busca da adoção generalizada. Neste caso, ele não só envolveu a atitude em relação à utilização do consumidor experiente do Google Glass, mas também abrangeu reações negativas, dos *early adopters*¹⁶, e também demonstradas por outros na sociedade em geral. No entanto, o *Google Glass* foi um dos desenvolvimentos mais interessantes em “tecnologia vestível”¹⁷ dos últimos quatro anos (Ross, & Harrison, 2016).

As estratégias para minimizar a rejeição social ainda estão em evolução. A necessidade de tais estratégias foi destacada pela pesquisa que Heather F. Ross¹⁸ que empreendeu um estudo sobre o conhecimento e a aceitação da RA por parte de um grupo de pessoas com 20, 30, 40, 50, 60 e mais de 60 anos, para um levantamento das suas reações emocionais, cognitivas, e comportamentais em relação à RA. O resultado foi de que, embora a RA seja “*tecnicamente impressionante*” os participantes demonstram uma total falta de conhecimento desta tecnologia. Havia um sentimento ignorância no grupo que eles deveriam saber mais, mas não estavam cientes do que as marcas estavam a fazer para informá-los sobre os benefícios da RA ser adquirida (Ross, & Harrison, 2016).

Sendo assim, para os sistemas serem bem-sucedidos no mercado, ou seja, serem introduzidos nas mãos de utilizadores reais, os desenvolvedores precisam levar em conta

¹⁶ São clientes dispostos a comprar um produto no seu começo e acreditam fortemente na empresa que desenvolve o produto. Têm uma disposição maior para adotar novos produtos.

¹⁷ “Tecnologia vestível” refere-se a uma nova abordagem da computação, redefinindo a interação humano-máquina, onde os equipamentos tecnológicos estão diretamente conectados ao utilizador.

¹⁸ Heather F. Ross é estudante de doutoramento com tópicos de investigação em responsabilidade social corporativa e sustentabilidade: a influência da comunicação de iniciativas éticas no conhecimento dos interessados, percepção e comportamento.

que o dispositivo precisa ser um interface socialmente aceitável, ser natural de interagir e ter “estilo”, ou seja, ser uma moda aceitável (Azuma, 1999).

Por isso, para que se consiga aceitação social, os consumidores têm de ser informados do que é a RA e convence-los dos seus benefícios, que permita que os desenvolvedores e implementadores de sistemas de informação saibam como melhorar a aceitação antes da sua implementação (Ross, & Harrison, 2016). Por exemplo, qual a percepção que os consumidores têm da utilidade e facilidade de uso da RA? Qual é a sua atitude em relação à RA? Ou quais são as suas intenções comportamentais?

No livro “Inteligência Visual” Ann Marie Barry analisou o papel que vários meios de comunicação desempenham na criação das imagens e que têm impacto sobre nossas vidas: como as imagens visuais que criam uma linguagem com profundo significado psicológico, e como a imprensa, televisão e cinema manipulam imagens para criar efeitos emocionais desejados (Barry, 1997). Os Close-ups¹⁹ exploram as sutilezas visuais em áreas como a manipulação digital, as atitudes de câmara e enquadramento contextual, bem como as consequências sociais da imagem como um conceito abstrato expresso em termos visuais concretos.

Tecnologia Socialmente Aceitável

Muitos grupos de pesquisa têm levantado o problema da tecnologia socialmente aceitável. Os sistemas móveis em particular são constantemente confrontados com problemas de aceitação social ao ir dos laboratórios para a indústria. O professor de ciências da computação da Universidade Atlântica da Florida - Borko Furht, no seu manual de realidade aumentada, disse que para os sistemas serem bem-sucedidos, ou seja, introduzidos no mercado, os desenvolvedores precisam levar em conta que o dispositivo precisa ser socialmente aceitável, ter uma interação neutra e uma moda aceitável (Furht, 2011).

¹⁹ *Close-ups* é uma expressão bastante usada no ramo da fotografia e gravação de vídeos que significa um plano onde a camera está muito perto da pessoa ou objeto em questão, possibilitando uma visão próxima e detalhada.

Aceitação Social

Os telemóveis, os tablets, as mensagens, as chamadas, etc., foram julgados como sendo distrações, e muitas vezes são considerados como, não sendo socialmente aceitáveis, no sentido de que, não só interrompem a pessoa, cujo telefone ou tablet está a receber uma mensagem ou lembrar o seu proprietário de mais ou menos informações importantes, mas também as outras pessoas presentes na mesma sala, se eles estão tendo uma conversa ou estão num lugar público, como num autocarro. Como resultado, grupos de pesquisa, decidiram que a interação com os sistemas de RA, implementados em aplicações móveis, precisam de ser sutis, discretos e moderados, de modo a não perturbar os utilizadores, especialmente se estão sob uma alta carga de trabalho e a interrupção da atividade, que estejam a executar, não é a prioridade. Um sistema que é sutil, discreto e moderado torna-se socialmente aceitável. Na verdade, o principal problema com a aceitação social vem do nível criado de perturbação dos dispositivos portáteis em locais públicos e durante as conversas. Os investigadores estudaram a visão periférica e contribuíram para adaptar o dispositivo móvel nos olhos, de modo a ele não obstruir o campo foveal da visão, que é o foco principal no campo de visão humano (Furht, 2011).

Por outro lado, após testes no terreno com a utilização do Google Glass, caso de estudo de Ben Sawyer da Universidade Central de Florida, Orlando, cujos resultados foram apresentados no artigo: *“Google Glass: A Driver Distraction Cause or Cure?”*, concluíram que quando se utilizam os óculos de RA para receber ou enviar mensagens quando se está a conduzir, as faixas de rodagem da estrada tornam-se cada vez menos visíveis, ou seja, o condutor fica cada vez mais indiferente, dependendo do seu nível de concentração, e da carga de trabalho do utilizador. Para ele, torna-se uma adaptação natural à carga de trabalho cognitiva e stress dos utilizadores (Sawyer, 2014). E uma vez que os sinais são visíveis apenas para o utilizador, que pode ser considerado socialmente aceitável para ele, pois só irá perturba-lo a ele próprio, dependendo do seu nível de concentração, e ele até pode optar por não responder aos estímulos e ficar indiferente aos perigos na estrada. No entanto, este pode não ser o caso, de alguém que esteja ao lado desse condutor, como passageiro, ou de um peão que esteja a atravessar uma passadeira e possa pensar: “Será que o condutor com o equipamento de RA em óculos ou em visor interno do automóvel”, vai prestar atenção e parar numa passadeira para alguém passar? Além disso, conclui-se que os interfaces multimodais, por exemplo: interações do

utilizador que combinam várias entradas e saídas de voz imagem e gestos, são cruciais para uma maior aceitação de sistemas difusos em locais públicos e de como eles oferecem ao utilizador a liberdade de escolher entre uma variedade de modos de interação. Como resultado, os utilizadores são convidados ou a tomar a liberdade de escolher a forma mais adequada e socialmente aceitável de comunicação com seus dispositivos de RA. Na execução das cinco funcionalidades do protótipo de RA os utilizadores são mais rápidos (1 a 2 segundos) na interação verbal do que na interação gestual. Irá ser mostrado, com mais detalhe, no estado de arte e na conclusão.

Por outro lado, o desafio é o de convencer as pessoas a usar a tecnologia da RA, de educa-las. Porque se forem educadas previamente (enquadramento da RA), mais facilmente utilizarão esta tecnologia. É uma revolução, isto porque, para participar desta revolução, o consumidor tem de se envolver com os avanços tecnológicos inovadores, e o que muitas vezes envolvem o download de aplicações apropriadas que permitam à RA e a cada empresa individual de tecnologias de informação ter a sua própria especificação (Ross, & Harrison, 2016). Também na execução das cinco funcionalidades com o protótipo será avaliada a diferença entre pessoas que utilizaram o equipamento de RA e tiveram um enquadramento prévio com aquelas que não tiveram nenhuma educação, os resultados serão vistos na interação com o protótipo.

Entretanto, em jeito de conclusão da aceitação social e estatisticamente falando, de acordo com dados do Instituto Nacional de Estatística (INE), a população residente com 15 anos ou mais de idade que pratica exercício físico é cerca de 1/3 da população total portuguesa, ou seja, 3.098.300 pessoas, conforme seguinte quadro.

Período de referência dos dados	Local de residência	População residente com 15 e mais anos de idade que pratica exercício físico pelo menos um dia numa semana normal (N.º) por Sexo, Condição perante o trabalho e Escalão de tempo gasto em exercício físico numa semana normal; Quinquenal (1)		
		Sexo		
		HM	H	M
		Condição perante o trabalho		
		Total		
		Escalão de tempo gasto em exercício físico numa semana normal		
		Total		
		N.º	N.º	N.º
2014	Portugal	3 098 300	1 682 031	1 416 269
População residente com 15 e mais anos de idade que pratica exercício físico pelo menos um dia numa semana normal (N.º) por Sexo, Condição perante o trabalho e Escalão de tempo gasto em exercício físico numa semana normal; Quinquenal - INE, Inquérito Nacional de Saúde - 2014				
Nota(s):				
(1) As estimativas apresentadas não contemplam as situações "não sabe / não responde".				

Última atualização destes dados: 23 de junho de 2016

Tabela 1 – População residente ≥ 15 anos que pratica desporto

Fonte: Instituto Nacional de Estatística, ine.pt

Estes dados do INE são muito importantes e devem ser levados em conta, aquando do planeamento, porque o equipamento de RA é para ser especialmente utilizado nos desportos outdoor e neste caso, falando a nível nacional, há um universo de mais de 3 milhões de pessoas que praticam desporto. Se for analisado de forma otimista, nos países desenvolvidos os valores devem rondar, também por volta de 1/3 da população²⁰, e o que é bastante encorajador investir no desenvolvimento de um sistema de RA, para o colocar nas mãos de utilizadores finais reais, porque a aceitação social vai ser muito boa.

Interação Natural

Outro fator importante dos equipamentos socialmente aceitáveis é que o utilizador tem que ser capaz de interagir com eles de uma forma natural. Se a interação entre o utilizador e o equipamento não for natural, seu uso vai aparecer desajeitado em lugares públicos. No Manual de Realidade Aumentada (Furht, 2011), os autores escreveram sobre um sistema de realidade aumentada que usa uma pulseira wireless que inclui um leitor RFID, acelerómetro de 3 eixos e facilidades de comunicação de Radio

²⁰ Os valores devem ser verificados previamente, por quem quiser lançar para o mercado equipamentos de RA, para serem utilizados por desportistas outdoor.

Frequências (RF), um telemóvel e auriculares sem fios para permitir que o utilizador interaja com os serviços relacionados com objetos usando etiquetas RFID através de gestos implícitos baseados em toque. Depois que um objeto é detetado na mão do utilizador, o utilizador pode interagir com as informações sobre esse objeto usando gestos naturais ligeiros de pulso, enquanto que os interfaces comerciais anteriores suportavam operações de “hands-free”²¹ e “eyes-free”²², mas exigiam reconhecimento de voz, no entanto, não só sofrem de mau desempenho e condições barulhentas, mas também não eram socialmente aceitáveis (Furht, 2011). Contudo nos desportos outdoor o que será melhor para as operações com o equipamento de RA? Mãos livres ou gestos? Iremos ver com a interação de utilizadores finais.

Estilo Aceitável

Os sistemas de RA móveis que desejam passar dos laboratórios para a indústria também estão voltados para questões da moda, do estilo, da aparência, um dos motivos pelos quais os utilizadores não quererem usar um HMD²³ ou outros dispositivos visíveis. Por exemplo, alguns equipamentos de realidade aumentada parecem transformar um humano em um robô humano, porque contemplam um estilo pesado, com demasiados componentes à vista, por isso, devem ser com óticas leves (Azuma et al., 2001). Como resultado, os desenvolvedores de sistemas móveis devem ter em conta as tendências da moda, e isso pode ser um grande obstáculo a superar. Grupos como o MIT Media Lab²⁴, constantemente tentam reduzir a quantidade de dispositivos visíveis indesejáveis ou organizá-los em diferentes formas de desenho. Por exemplo, integrando a câmara e projetor num chapéu. O grupo MIT, também está a pesquisar uma forma de substituir a necessidade de usar marcadores coloridos na ponta dos dedos. Embora estes ainda não possam olhar muito para a moda, eles são um excelente passo na direção de sistemas móveis de RA de moda aceitável (Furht, 2011).

Outro exemplo é a Reach Media que integra uma pulseira com um smartphone, a fim de interagir com objetos do cotidiano usando leves gestos naturais da mão e do

²¹ Mãos livres.

²² Olhos livres.

²³ HMD – Head Mounted Display ou ecrã montado na cabeça.

²⁴ MIT Media Lab é um laboratório em Cambridge, Estados Unidos. Com o lema "o futuro é vivido e não imaginado", o Media Lab faz parte do departamento de pesquisa da escola de arquitetura e Urbanismo do MIT.

pulso. Aqui os autores evitam o uso do ecrã montado na cabeça (HMD), para usar de forma aceitável, a pulseira e telefones. No entanto, a interação com o áudio do telefone pode exigir a utilização de auscultadores, a fim de se permanecer discreto e subtil. É o caso da interação com o protótipo de RA, por exemplo, no desenho e avaliação de interface, onde dá-se prioridade ao uso de auscultadores e microfone, mas também comparar a interação manual com um rato (para simular a interação gestual). Veremos mais à frente.

As aplicações móveis, por exemplo com um telemóvel ou com um tablet também enfrentam problemas de aceitação social, precisam de ser sutis e discretas. As aplicações móveis devem ser capazes de não fazer ruídos aleatórios em momentos inoportunos para o utilizador. Não importa o quanto estamos acostumados ao telemóvel ou ao tablet, mas na sociedade atual, ainda é considerado desagradável quando alguém está ao telefone num lugar público; quando um telefone da pessoa está a tocar em público, e o primeiro reflexo dessa pessoa é procurar o telefone para desligar o som e, em seguida, verificar quem estava a telefonar ou que lembrete ou mensagem recebeu (Furht, 2011). De igual forma pode haver desconforto a interagir com óculos de RA, por exemplo em alta voz.

2.3. O Potencial de Distração com os Óculos RA

Outro problema são as distrações resultantes da utilização da RA no exterior. No caso da estrada a qual é um perigo conhecido, por exemplo, ler e responder a mensagens de texto enquanto se conduz um veículo tem sido alvo de legislação e é amplamente proibida. Mas os defensores do Google Glass reivindicam o computador “vestível” montado na cabeça que foi concebido para fornecer informações sem causar distrações aos utilizadores (Sawyer, Finomore, Calvo, & Hancock, 2014).

Os críticos do Google Glass estão preocupados com a facilidade de acesso a distrações pelos motoristas. No início dos debates sobre potenciais esforços da legislação, os perigos foram apresentados. Os defensores do “Glass” dizem que o interface é projetado para fornecer informações ao mesmo tempo, sem aumentar os riscos (Sawyer, Finomore, Calvo, & Hancock, 2014). Da mesma forma, um desportista a andar de bicicleta pode correr o risco de um acidente por distrair os olhos a ler mensagens enquanto guia uma bicicleta. Originado por sobrecarga de informações, e não ter tempo para se desviar de um obstáculo.

Ben D. Sawyer²⁵ da Universidade de Florida Central trabalhou em cooperação com a Força Aérea 71st Human Performance Wing, sobre um estudo do Google Glass, “*Google Glass: A Driver Distraction Cause or Cure?*” Foi um estudo dos laboratórios do MIT. O objetivo foi avaliar o potencial de distração durante a condução a ler ou escrever mensagens de texto com o Google Glass e o método teve como intuito testar os motoristas num simulador de condução a usar o Google Glass, baseado num interface de mensagens de smartphone, em seguida, interrompe-los com um evento de travagem de emergência. Tanto o evento de resposta como a recuperação subsequente foram analisados. Os resultados foram o seguinte: as mensagens entregues aos utilizadores finais serviram para moderar, mas não eliminaram as exigências cognitivas de distração. Também foi observado um custo passivo potencial, para motoristas simplesmente vestindo o “Glass” a enviar mensagens utilizando qualquer um dos dispositivos auditivos de condução, em comparação com a condução sem multitarefas (Sawyer, Finomore, Calvo, & Hancock, 2014).

O que acontece na maioria das vezes é que, no caso de um ciclista quando está sobrecarregado de distrações move-se mais lentamente, não consegue manter-se na pista corretamente, e para compensar o risco de colisão, os mais experientes psicologicamente mantêm, por salvaguarda, uma distância maior do outro ciclista ou outros obstáculos que há pela frente. É uma autoproteção para reduzir os acidentes. Iremos ver nos testes de interação dos utilizadores finais a serem submetidos a ambientes ruidosos e com distrações e quantificar os resultados.

Outro estudo recente sobre o tema da condução, efetuado pela Administração Nacional do Tráfego de Segurança Rodoviária de Washington, DC, National Highway Traffic Safety Administration, mostrou que a interação relacionada com as mensagens com smartphones mais do que duplicou o risco de acidentes (Fitch et al., 2013)²⁶.

²⁵ Ben D. Sawyer é doutorado, um forte pesquisador, líder de equipa, à procura de oportunidades para compreender e resolver problemas difíceis de homem-máquina usando sua própria experiência em psicologia, neurociência e engenharia.

²⁶ Fitch, G. A., Socolich, S. A., Guo, F., McClafferty, J., Fang, Y., Olson, R. L., Perez, M. A., Hanowski, R. J., Hankey, J. M., & Dingus, T. A. (2013). The impact of hand-held and hands-free cell smartphone use on driving performance and safety-critical event risk (Report No. DOT HS 811 757). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.

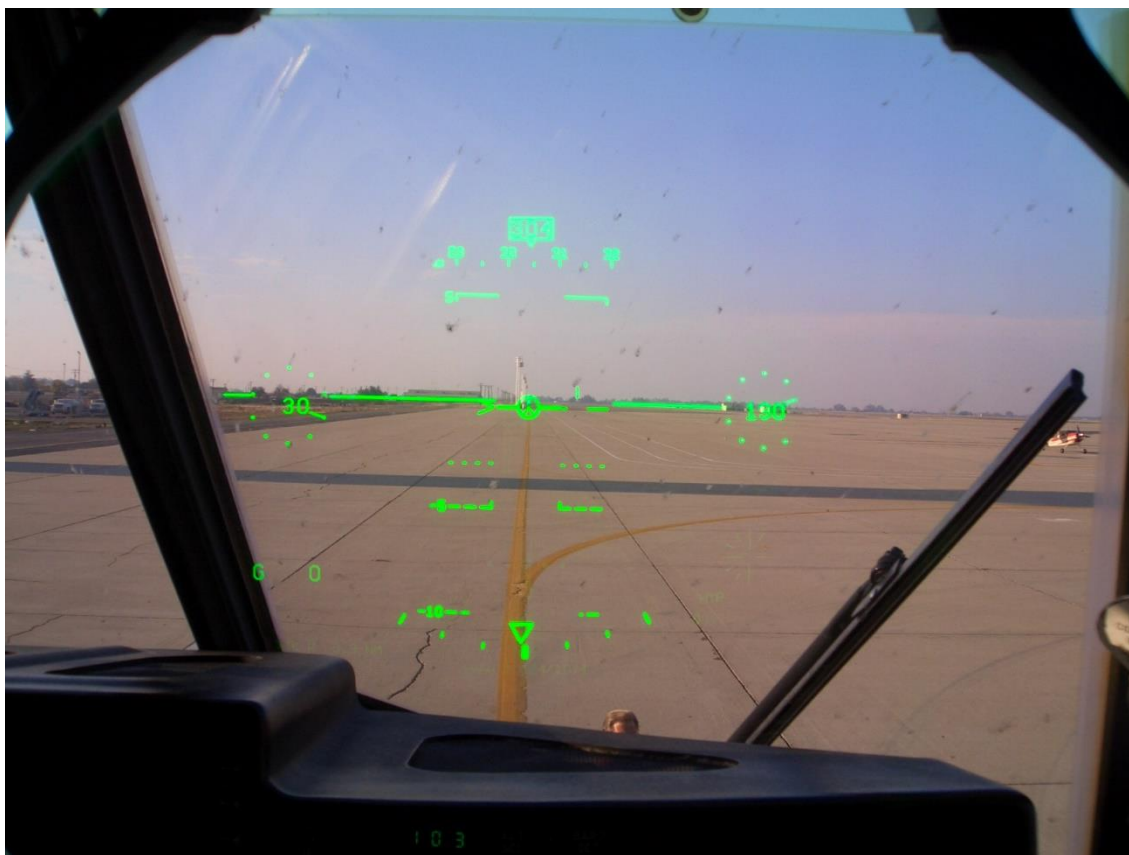


Figura 5 – Head Up Display (HUD)

Cortesia da Wikipedia - Super Hercules da Força Aérea C -130J.

Os HUD, conforme figura 5, são uma ferramenta originalmente desenvolvida para uso em aeronaves com o objetivo de fornecer informação visual ao piloto sem ele ter que olhar para longe do alvo na frente da aeronave, neste caso, o Super Hercules da Força Aérea C -130J.

Estes dispositivos têm sido uma característica dos cockpits desde antes da Segunda Guerra Mundial. As pesquisas da aviação com os HUD mostraram benefícios geralmente mistos: embora a tecnologia faça aumentar o desempenho, há custos, por exemplo, a deteção de obstáculos inesperados (Sawyer, Finomore, Calvo, & Hancock, 2014). Uma forte prova de que os monitores são úteis, é esta ferramenta instalada neste tipo de aeronaves militares, e o investigador e autor da dissertação está consciente de que, para pilotar um avião destes exige concentração profissional, porque a sua vida está em risco.

Não só na aviação, mas também, os HUD estão disponíveis para para-brisas de carros de produção há mais de 20 anos. A condução com estas tecnologias também tem

sido investigada, revelando benefícios para os utilizadores dos HUD em termos de eventos de estrada de deteção e controlo do veículo. No entanto, há evidências de que esses benefícios não se mantêm, sob os eventos inesperados, a alta carga de trabalho. Em outras palavras, observando a estrada não significa que um motorista distraído vai reagir a eventos que ocorrem na estrada. A concentração à estrada pelos condutores é imprevisível, quer a utilizar a tecnologia de RA quer não.



Figura 6 – O Veículo Jaguar Land Rover

Foi introduzido pela Jaguar o Para-brisas Virtual 360 Urban. Fonte: “Heads-up Display - O quão seguro é realmente?” autoglaze.co.uk.

Sobre a figura 6, o Jaguar Land Rover apresentou, no ano de 2015, o Para-brisas Virtual 360 Urban, com a tecnologia de heads-up (HUD) e prometeu proteger os condutores contra distrações durante a condução, mas quão seguro é realmente? Os fabricantes de automóveis defendem que as heads-up displays são uma salvaguarda contra “atrapalhar” a atenção com smartphones e outras distrações durante a condução, mas estas reivindicações, de segurança, não foram apoiadas por qualquer pesquisa científica (Heads-up Display – How safe is it really? autoglaze.co.uk). O mesmo pode ser dito quando se anda de bicicleta (paralelo entre condução automóvel com a condução de bicicleta, só altera a velocidade).

Consequentemente, com o que foi analisado propõem-se o seguinte: A chave para o sucesso da utilização de equipamentos de RA, sem haver sobrecarga de informação é a simplicidade e o equilíbrio na apresentação da informação, ela deve estar estruturada, agrupada com dados de geolocalização, climáticos e biométricos.

Para o proposto irá ser efetuada uma abordagem direta, testado no terreno com utilizadores reais a interagir com estes dados.

Nesta sequência, isto é o que foi explicado, com o mesmo argumento da simplicidade, proposto por vários fabricantes de automóveis, Hyundai, Volvo e BMW que já estão a oferecer ecrãs coloridos com sinais de alerta e ícones animados em todos os para-brisas nos seus modelos selecionados. Enquanto a Mercedes-Benz começou a oferecer ecrãs de heads-up, divulgando leituras de alta definição e de vidro do para-brisa especial, que realmente oferece pouco mais do que um velocímetro. Eles acreditam que a simplicidade é a chave com esta tecnologia, por isso, acreditam que esta tecnologia não é uma distração e sim um benefício.

Surgem outras opiniões qualitativas de pesquisadores, que dizem que algumas exibições simples de informações no campo de visão de um condutor podem ser úteis. Mas quando as exibições começam a incluir informações mais complicadas, muito mais difícil é conseguir manter o carro na faixa de rodagem. Alguns pesquisadores disseram que apenas serve como mais uma distração, quando deveriam de outra forma prestar atenção à estrada. Só porque alguém tem os seus olhos virados para a frente, não significa que eles estão vendo tudo em sua linha de visão, e assim, alguns temem que os heads-up displays tornem as estradas ainda mais perigosas do que já são. No entanto, à medida que a tecnologia de RA se vai tornando mais barata e mais fácil de instalar, os ecrãs podem começar a aparecer em todos os lugares, mesmo antes de qualquer estudo científico determinar a sua segurança na estrada.

Sendo assim, a conclusão é que os óculos e monitores head-up entregam moderadamente mensagens, mas não eliminam a distração de exigências cognitivas durante a condução ou, no âmbito da dissertação, as exigências cognitivas em andar de bicicleta, dependendo, contudo, da velocidade. Na realidade, a atenção é maior na condução, quando se utiliza o interface de voz para enviar mensagens, com o recurso de fala, em comparação com as mensagens de texto, no entanto, embora a atenção seja maior, a atenção na condução ainda é prejudicada, por conseguinte, há uma interferência cognitiva em visualizar mensagens durante a condução.

2.4. A Gestão da Informação Dada ao Desportista Outdoor

Baseado nos subtópicos anteriores, e no ponto de vista de um utilizador desportista, a questão importante é como chegar a toda a informação pertinente com o mínimo de esforço e como minimizar a sobrecarga de informações nos óculos de RA, por exemplo a conduzir uma bicicleta, dar uma corrida ou a fazer uma caminhada. O ambiente externo pode ser o mesmo, mas a velocidade é diferente numa caminhada em comparação a deslocar-se numa bicicleta ou a praticar atletismo. Por isso, deve-se avaliar a reação de utilizadores finais reais a usar um protótipo de RA, para quantificar e qualificar seu comportamento e perceber qual é o potencial e a inovação que uma aplicação e um equipamento móvel podem alcançar. Se os utilizadores não “digerirem” bem a informação vai originar sobrecarga, incompreensão e usabilidade confusa.

Sendo assim, o que um desportista no exterior, normalmente necessita é de ser informado, por exemplo, onde se encontra, ou seja, sua posição geográfica, os dados climáticos do local onde se encontra, também o seu estado de saúde, depois que tenha possibilidade de comunicação com outros utilizadores, mesmo que seja apenas por emergência médica, depois a medição de trajetos e a possibilidade de gravação, ou seja, ter funcionalidades de tirar uma foto ou de filmar. Por último, saber de forma automática, eventos e informação útil adequada à sua localização, o tipo de desporto ou o seu perfil, as suas preferências e também de seu estado crítico de saúde. Neste caso, não são ultrapassados os sete grupos de dados informativos, conforme irá ser apresentado na implementação de interface, na tabela dos dados sugerida a apresentar nos óculos de RA, para estar dentro dos limites da capacidade cognitiva humana normal, de digerir o volume de informação.

De seguida são descritos em detalhe os sete grupos de elementos de dados informativos que podem ser apresentados ao desportista no outdoor de BTT e caminhadas. Estes elementos informativos propostos são os que normalmente são usados em aplicações de telemóveis e em relógios de desporto atuais, por exemplos os relógios da Garmin²⁷, ou seja, não são desapropriados apresenta-los a um desportista no exterior,

²⁷ O relógio da Garmin fénix 3 sapphire HR apresenta informações biométricas, de geolocalização, bússola, altímetro, barómetro, alertas (de ritmo, de tempo, de distância), cálculo de calorias, pontos de interesse, rotas, etc.

no entanto, vai ser melhor avaliado com a interação de protótipo por doze utilizadores finais, com um questionário final e entrevistas:

1- Dados climáticos – envolve a temperatura, pressão atmosférica, altitude e humidade relativa. Estes dados servem, não só para informar, mas também para calcular de forma inteligente em conjunto com os dados do estado de saúde do utilizador, com ou sem a ajuda da internet.

2- Estado de saúde – envolve o ritmo cardíaco e o gasto calórico. Estes dados são importantes para calcular e fornecer conselhos vitais. Sem este sensor não será possível emitir alertas, que poderia fazer a diferença no comportamento do utilizador.

3- Localização e tempo – envolve o Sistema de Posicionamento Global (GPS), bússola e cronómetro. A geolocalização serve não só para informar, mas também para indexar o servidor de base de dados, eventos e pontos de interesse. Pode ser um bom rastreador de um utilizador em movimento, e qual é a sua cadência ou ritmo.

4- Medição de trajetos – envolve velocidade, conta-passos, posição inicial e final, e distância percorrida. A informação do conta-passos e posição podem ser recolhíveis, e serem manualmente solicitadas pelo utilizador com o comando de voz: “Ok passos” e/ou “Ok posição”. A medição de trajetos é dependente da variável geolocalização e do sensor interno acelerómetro.

5- Gravação – envolve as funcionalidades de tirar fotos e de filmar. São dois ícones que podem ser recolhíveis, que podem estar num local que não interfira com o campo de visão, por exemplo nos dois cantos superiores direito e esquerdo, e podem ser chamados audivelmente pelo utilizador, por exemplo: “Ok gravação” apresentando os dois ícones no canto superior esquerdo, o mais utilizado, ou seja, a máquina fotográfica, e no canto superior direito a máquina de filmar. Para optar entre os dois, pode utilizar-se a expressão: “Ok foto” ou “Ok filma”. Seguido pelo comando de execução final de “Ok”. Estes dois ícones estão presentes por defeito durante todo evento desportivo. Se estiver na operação de gravação o ícone pode ficar intermitente enquanto estiver a gravar, para indicar que a funcionalidade está em execução.

6- Telecomunicações – envolve comunicações móveis através de uma operadora telefónica, que são as chamadas telefónicas e envio de mensagens, ou através de radiocomunicação, que são comunicações gratuitas a outros membros do grupo de BTT ou de caminhadas, comunicação em broadcast, ou seja, de um para todos. O ícone Tel (telefone) inclui a funcionalidade de chamada telefónica ou comunicação rádio e o

ícone Msg (mensagem) inclui mensagens sms ou mensagens mms. Estes ícones podem ser apresentados automaticamente, de forma intermitente, sempre que é recebida uma chamada telefónica ou/e uma mensagem escrita. Os ícones podem ficar invisíveis quando as telecomunicações terminam. Se quisermos efetuar uma chamada telefónica ou mensagens por rádio para os outros membros do grupo, pode ser executado o comando: “Ok telefone”, ou “Ok rádio”. Se quisermos enviar uma mensagem é com o comando: “Ok mensagem” e de seguida o nome ou número do contacto, seguido pela mensagem auditiva, transformada sob a forma escrita. Quanto a compilação terminar, ou seja, a transformação do áudio para o formato escrito e para ser enviada a mensagem deve-se executar o comando “Ok enviar”.

7- Eventos e informação inteligente – envolve notícias de eventos, locais de interesse e conselhos vitais, ou seja, a informação é apresentada, por defeito, sob a forma auditiva e também sob a forma escrita, para o caso dos ambientes ruidosos. Em caso de emergência²⁸, a informação também é transmitida nos dois formatos, escrito e audível. Os eventos são dados que têm margem para suportam informação publicitária de, por exemplo, patrocinadores desportivos ou empresariais. Mas, o Spam que é o envio e postar publicidade e informações indesejadas em massa, não devem ser tolerados. É bastante fácil imaginar como o Spam pode sobrecarregar a RA com publicidade indesejada.

Visto que se fala de RA, existe ainda a possibilidade, ou existe margem para outro elemento que pode estar presente no visor de um utilizador desportista. É a presença de objetos virtuais sobrepostos ao ambiente real. Por exemplo, um caminhante ou ciclista virtual, que pode acompanhar o trajeto do utilizador e lhe dar informações vitais, apresentar-lhe locais históricos e de suporte, ou simplesmente conversa com ele. Esta hipótese de funcionalidade tecnológica em um equipamento de RA é perfeitamente possível na era atual (por exemplo, o jogo Pokémon Go® ²⁹ é o mais recente desenvolvimento em objetos virtuais integrados no mundo real). Este hipotético elemento virtual é no fundo uma inteligência artificial³⁰ que tem necessidade de acesso à internet, devido aos requisitos de processamento computacional. Pode ser necessário o auxílio de

²⁸ Emergência significa, por exemplo, os batimentos cardíacos estarem demasiadamente elevados, ou alertas sobre um ponto de abastecimento de água próximo.

²⁹ O jogo atraiu mais de 65 milhões de utilizadores, muitos dos quais são crianças. Este formato de jogo é baseado em localização.

³⁰ Inteligência Artificial é a simulação da inteligência humana, por exemplo, através de um software. Onde um agente inteligente é um sistema que percebe seu ambiente e faz decisões para chegar ao objetivo ou ter sucesso. Que tem a capacidade semelhante ao ser humano de resolver problemas.

um servidor Big Data para tratar deste componente inteligente que vai interagindo e acompanhando o utilizador de RA no exterior (Craig, 2013, p.84), que pode manter uma livraria de objetos. No entanto, sem acesso à rede, e com a autonomia atual dos equipamentos móveis é muito difícil ter poder computacional para tratar deste volume de dados.

Todos estes elementos podem comunicar frequente com um Servidor Remoto, caso haja rede disponível, onde poderão ser agregados todos os dados e depois tratados para um Business Intelligence (BI)³¹. Vão ser apresentados mais pormenores das formas de interação no capítulo 5. Implementação de Interface, com o Mockup de RA, Protótipo de RA e Mapa Conceptual. No Apêndice III, é proposta uma arquitetura de dados em estrela, um Data Warehouse e um processo ETL, para a extração, transformação e carregamento dos dados no cubo (para futuros trabalhos de suporte à RA).

Por último, e com todos estes elementos apresentados, vem a necessidade de dispor de critérios de quantidade e qualidade destas informações fornecidas aos utilizadores de realidade aumentada, o que inclui boa organização, bem como fornecer a quantidade adequada e útil de informação com o objetivo de não complicar a utilização de um dispositivo de RA, e desta forma, haver benefícios e uma maior aceitação social para adotar esta tecnologia.

³¹ Negócio Inteligente, para recolher, organizar e analisar dados, para depois tratar os dados brutos em informações uteis e significativas.

3. Desenho e Avaliação de Interface

Para responder corretamente ao mundo físico a RA deve ter informação do mundo real em tempo real (Craig, 2013). Por isso, para ser possível, uma futura implementação prática em um protótipo de RA, há capacidades, variáveis e funcionalidades que são sugeridas estar presentes no equipamento de RADO.

Sugere-se a dependência das seguintes quatro capacidades, tais como:

- 1- Sensores
- 2- Auriculares com som stereo
- 3- Microfone
- 4- Comunicações

Sugere-se a dependência das seguintes três variáveis, tais como:

- 1- Geográficas
- 2- Climáticas
- 3- Biométricas

Sugere-se a dependência das seguintes cinco funcionalidades, tais como:

- 1- Foto
- 2- Filma
- 3- Comunicação
- 4- Mensagem
- 5- Agente

No aspeto dos sensores, resumindo, existem sensores ativos e sensores passivos. Os sensores que recebem dados inseridos pelo utilizador, ou user input, são maioritariamente sensores ativos. Os sensores maioritariamente passivos são aqueles que fazem todo o trabalho sem a participação consciente do utilizador e tomam as ações necessárias para o correto funcionamento do equipamento de RA.

Os sensores mais comuns que obtêm dados de entrada do utilizador são, por exemplo, botões, ecrãs sensíveis ao toque, os touchscreens, teclados, e outros dispositivos de interface típicos (Craig, 2013). Em uma aplicação para os desportos outdoor, é sensato, os comandos de entrada ativarem os sensores ativos, através do microfone. Por exemplo, para executar o comando de gravação/foto, será: “Ok, foto”, ao estilo do Google Glass.

Já no caso dos sensores passivos, por exemplo, o sensor que trabalha com as variáveis biométricas, por exemplo, o ritmo cardíaco, é completamente automático e

inconsciente para o utilizador, ou seja, não é necessário nenhum comando de entrada do utilizador, para executar essas medições, assim como os sensores climáticos.

3.1. A Interação Humano-Computador

Para melhorar a usabilidade e manter as funcionalidades no exterior, as aplicações hospedadas em equipamentos de RA estão a tornar-se onipresentes e portáteis, especialmente adequadas a ideias, tais como, *“aprendizagem onipresente” em que o plano é que cada pessoa aprenda o tempo todo, onde quer que esteja, e quando ela precisar* (Craig, 2013). A interação humano-computador deve ser um interface natural, ou seja, as aplicações de interfaces de RA devem ser intuitivas para os utilizadores e facilmente controladas usando o movimento natural do ser humano, ou mesmo com gestos e controlo cinestésico.

A inteligência cinestésica-corporal (Bodily-Kinesthetic Intelligence) é usar o corpo de maneiras altamente diferenciadas e qualificadas, para fins expressivos e guiados por objetivos. Dá lugar a atletas desenvolverem habilidades para a coordenação necessária de movimentos precisos necessários para executar suas técnicas. Esta interação cinestésica natural pode ser, através de gestos faciais expressivos, bem como gestos das mãos e que pode despoletar comandos operacionais no equipamento móvel de RA, mas este tipo de interação é mais adequado para as caminhadas, porque as mãos estão livres para essa interação ao contrário do BTT em que serão mais adequados os gestos faciais. Mais à frente, na interação com o protótipo de RA foram medidos os tempos de execução dos comandos operacionais audíveis, por exemplo, “Ok foto”, e os comandos operacionais gestuais, por exemplo, a carregar num rato.

Por outro lado, no Simpósio Internacional sobre Realidade Mista e Aumentada (ISMAR) é a principal conferência académica internacional na área de Realidade Aumentada e Realidade Mista. O simpósio é organizado e apoiado pelo IEEE Computer Society³², um subgrupo. A Realidade Mista (RM) e a Realidade Aumentada (RA) permitem a criação de fascinantes novos tipos de interfaces de utilizador, e estão a começar a mostrar um impacto significativo na indústria e na sociedade. O campo é altamente interdisciplinar, reunindo processamento de sinal, visão computacional,

³² Subgrupo do IEEE (Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos) é uma sociedade ligada à informática, que está ligada principalmente à ciência da computação, engenharia elétrica e eletrônica.

computação gráfica, interfaces de utilizador, fatores humanos, computação vestível, computação móvel, redes de computadores, monitores, sensores, e por aí fora. Os conceitos de RM/RA são adequados para uma ampla gama de aplicações. Desde 1998, a ISMAR e os seus precursores eventos, iWar/ISAR e ISMR, têm sido os principais fóruns neste campo vital.

Em ISMAR, os investigadores identificaram numerosas possibilidades de RA para melhorar aplicações práticas. Os interfaces de utilizador naturais são mecanismos de controlo intuitivo que imitam o comportamento humano e gestos. Eles podem ser utilizados para comunicar sem o uso de dispositivos de entrada indiretos. Além disso, porque são mais leves, são mais adequados para dispositivos no campo da RA. A conceção e controlo dos interfaces de utilizador intuitivos de RA são atualmente um tema de pesquisa popular. Especificamente, um número crescente de aplicações de RA que usam gestos e controlo cinestésico.

Também para criar a melhor interação humano-computador, ou seja, humano-dispositivo RA móvel, no exterior com aplicações de RA, ou seja, para *dar ao utilizador a capacidade de andar em torno de grandes ambientes*, ao ar livre, é imprescindível uma *boa orientação de rastreamento para o exterior* (Azuma, 1997; You, Neumann, & Azuma, 1999).

O microfone de exterior, que está presente nos óculos de RA, também pode ser utilizado para monitorização, por exemplo, pode ser usado como sensor no sistema de rastreamento acústico. Para detetar ultrasons, ou seja, sons de frequência mais alta. Este método de monitorização via microfone, tem a vantagem de não ser afetado por condições de iluminação. Pode funcionar no escuro, bem como à luz do sol mais intensa. Outra maneira é usar o GPS com ajuda de wireless, a conexão à Internet sem fios, pois vai servir para fazer uma indexação baseada na geolocalização de um utilizador desportista. Vai contribuir para o *uso inteligente da informação e comunicação, boa percepção e “senso comum visual”*, em desportos no exterior (Barry, 1997). Desta forma, pode-se reduzir significativamente a sobrecarga de informação e comunicação.

Para *identificar os critérios de qualidade e quantidade das informações* (Bawden, & Robinson, 2009) que são fornecidas aos utilizadores de realidade aumentada, e a quantidade mais adequada e útil de informação, é apresentado o seguinte diagrama de caso de uso UML que irá exemplificar a utilização abstrata do equipamento de RA por um desportista outdoor.



Figura 7 – Diagrama de casos de uso (use case, diagrama UML)

Diagrama cortesia de Rui M. Pascoal

Uma das especializações existentes de atores é a do utilizador RADO, que pode ser um desportista de BTT ou um desportista de atletismo ou um desportista de caminhadas, conforme representado na seguinte figura.

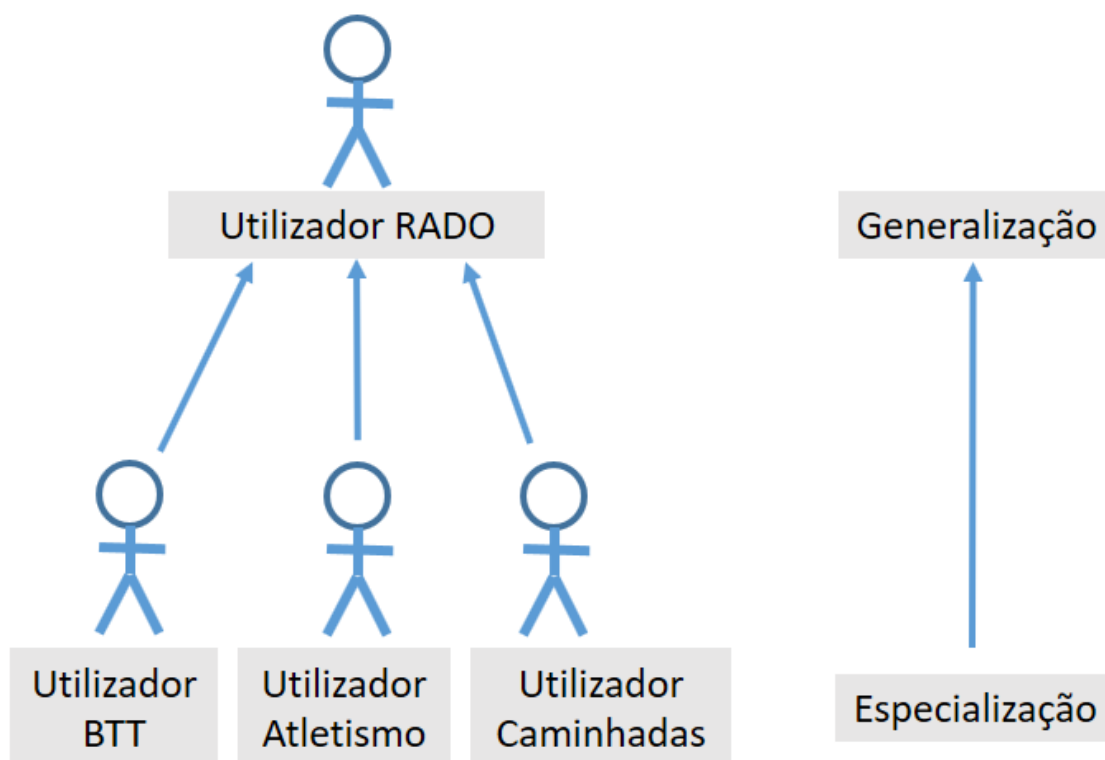


Figura 8 – Especialização do Ator Utilizador RA

Diagrama cortesia de Rui M. Pascoal

Quais as restrições que devem ser colocadas em aplicações de RA móvel devido à própria tecnologia móvel, bem como à falta de controlo sobre os ambientes em que a aplicação móvel será experimentada? Iremos ver na implementação de interface.

3.2. A Localização e Referenciação da RA no Outdoor

A precisão do método de localização é fundamental para a RA em desportos outdoor, ainda mais se não houver acesso à rede global da Internet. Por isso, que tecnologias de localização podem ser necessárias e estão ao dispor para o desportista no exterior que utiliza um sistema móvel de RA, com o intuito de referenciá-lo? Um dos problemas e constrangimentos no outdoor é o risco de não haver comunicações, e quais são as alternativas para os equipamentos de comunicação móvel de RA no exterior se não houver acesso à internet (serviço indisponível), e/ou não estar sempre dependente dela?

As tecnologias de localização são necessárias para a RA. Elas fazem parte da principal funcionalidade da RA para o exterior, e é esperado influenciar

significativamente o futuro desenvolvimento de outras aplicações de RA. A precisão do método de localização coloca limitações sobre como as aplicações de RA podem sobrepor informação virtual no mundo real. A questão de determinar as propriedades geométricas de um utilizador em um ambiente desconhecido tem sido estudado há várias décadas (Chi, Kang, & Wang, 2013).

Com o desenvolvimento das teorias de pesquisa e do GPS, as pessoas são capazes de identificar sua posição exata, referindo-se a pontos de controlo e execução de processos de interpolação. Por exemplo, o GPS utiliza uma constelação ou rede de mais de 24 satélites para determinar a localização exata no espaço terrestre, onde se encontra um utilizador. Para calcular uma localização em 2 dimensões (2D), o recetor deve estar dentro da vista de pelo menos três satélites. Se o recetor estiver à vista de quatro ou mais satélites, o sistema pode determinar, não apenas a latitude e longitude, mas também a altitude, ou seja, em 3 dimensões (3D), localização X, Y e Z.

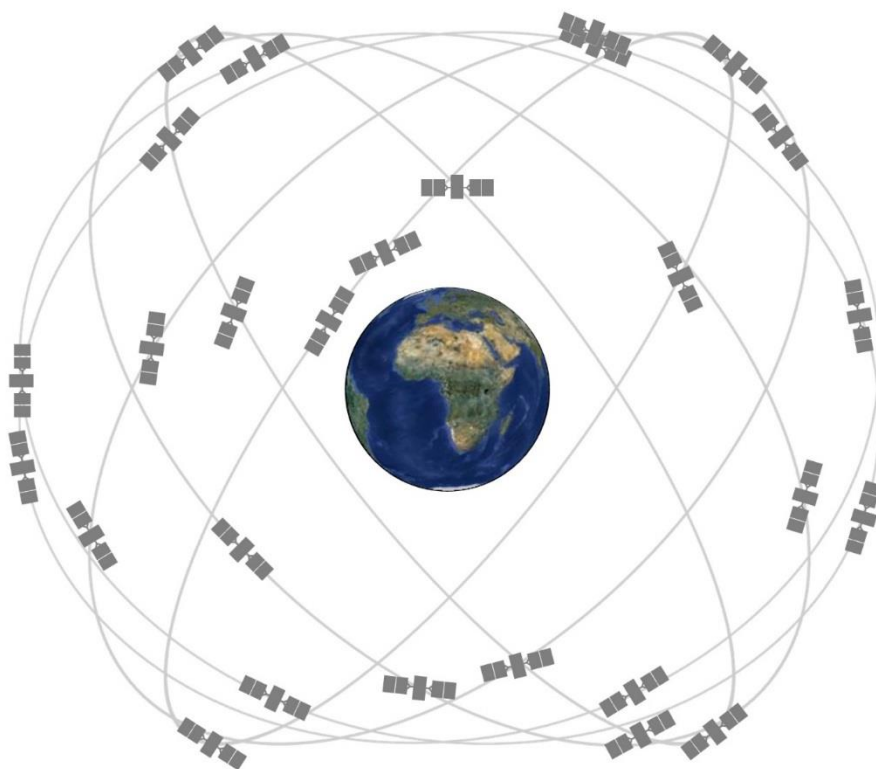


Figura 9 – Rede de 24 Satélites, Fornecem Serviço de GPS.

Fonte: [gps.gov](https://www.gps.gov)

Além do GPS, existem outras tecnologias de localização para o exterior, que combinam vários sensores e fornecem uma funcionalidade semelhante, como a

identificação do local, por RFID, a Ultra Wide Band (UWB), e o código de barras (barcode). Em RA, a localização tem um papel importante no algoritmo utilizado para determinar onde a informação a partir do ambiente virtual deverá ser sobreposta. Caso haja essa necessidade, por exemplo, para uma funcionalidade específica de sobreposição de imagens.

Por isso, existe uma forte relação entre a RA e o GPS, porque o GPS pode, de fato, ser utilizado com a realidade aumentada. Na realidade, é uma tecnologia de forte apoio à RA. Há uma dependência do registo espacial, muitas pessoas comparam-no com qualquer coisa que tenha a ver com mapas. Um dos quais são as “tecnologias pervasivas”³³ que as pessoas associam com mapas são os Sistemas de Informação Geográfica, comumente referidas como GIS, que proporcionam a capacidade de analisar, armazenar, manipular e exibir informação geográfica. Com as tecnologias pervasivas, é possível interagir com a web em qualquer lugar e em qualquer altura utilizando dispositivos móveis com a fala, linguagem, “pens”³⁴ e outros interfaces homem-máquina, sob medida. Elas vão além do domínio dos computadores pessoais. Qualquer dispositivo, desde roupas a ferramentas para aparelhos aos carros, às casas, para o corpo humano, ou para a chávena de café, pode ser encaixado com microprocessadores para conectar o dispositivo a uma rede infinita de outros dispositivos³⁵.

Também com a localização híbrida que pode ser obtida a partir de vários sensores para uma localização estável de resultados e, conseqüentemente, melhorar o desempenho de aplicações de RA. Por exemplo, através da combinação dos resultados obtidos a partir de GPS e Localização e mapeamento simultâneos (SLAM), pode assegurar a deteção contínua de um local em que um dos sensores pode falhar, ou quando os sinais de satélite são bloqueados num ambiente dinâmico, tal como um local de construção, ou um local com bastantes edifícios e que possam bloquear o sinal dos satélites. Além disso, este processo de fusão pode aumentar a velocidade e localização e assim, fornecem mais informações de referência geométrica.

Também, com o desenvolvimento da Internet apareceu o ambiente de Computação em Nuvem³⁶, e esta tecnologia tornou-se poderosa. Usada como uma

³³ Ubíquas ou omnipresentes.

³⁴ Pen drives USB, ou discos externos para armazenamento de dados.

³⁵ Referência: Burkhardt, J., Schaeck, T., Henn, H., Hepper, S., & Rindtorff, K. (2001). *Pervasive computing: technology and architecture of mobile internet applications*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.

³⁶ Cloud Computing.

plataforma para o acesso à informação, ela tem o potencial para expandir o uso de aplicações de RA, também para o seu uso no exterior, porque a computação em nuvem é um serviço através da Internet, e o hardware e software nos servidores de dados que fornecem estes serviços. A computação em nuvem aumenta a liberdade de usar a RA em aplicações, que também são aplicações de RA para o outdoor, por exemplo, para a Architecture, Engineering, Construction and Facilities Management (AEC/FM) ou Arquitetura, Engenharia, Construção e Gestão de Instalações. Outro fator que vai levar a uma utilização mais generalizada da RA é que os equipamentos móveis estão se a tornar menores, mais poderosos, e menos dispendiosos. A computação em nuvem e os dispositivos móveis, tais como um smartphone ou um tablet, têm o potencial de influenciar o desenvolvimento de aplicações de RA. Os avanços na tecnologia de localização permitirão a implementação da RA em ambientes complexos, pouco controlados e dinâmicos.

Nos últimos anos, apareceram aplicações robustas, tais como o ARToolkit³⁷. Esta ferramenta utiliza “métodos de visão computacional”³⁸, para detetar marcas nas imagens capturadas por uma câmara. O rastreamento ótico desta etiqueta, permite o ajuste da posição e orientação para realizar a prestação de um objeto virtual para que o objeto pareça ser uma etiqueta “atrelada”, de modo que o utilizador possa manipular o objeto virtual³⁹ usando um objeto real. Os principais recursos do ARToolkit são o acesso completo ao algoritmo de visão computacional, também permite modificar o código-fonte para caber em uma aplicação específica. É especialmente desenvolvido para “Smart Glasses” (Fonte: artoolkit.org/).

Muitas aplicações recentes de RA utilizam técnicas de visão computacional para determinar a localização de um utilizador de RA e a sua perspetiva com respeito ao mundo real. A localização e orientação podem ser absolutas na natureza, quando a localização e orientação são muito específicas em determinado local, ou seja, bem definidas. A localização e orientação também podem ser relativas, quando são determinadas em relação à localização e orientação de algo ou alguém.

³⁷ ARToolKit é uma biblioteca criada para facilitar o desenvolvimento de aplicações de realidade aumentada.

³⁸ Computer Vision Method (CVM).

³⁹ O jogo Pokémon Go utiliza geolocalização para inserir um objeto virtual (Pokémons), no ambiente real.

Se a localização for absoluta, com uma latitude, longitude e até mesmo com uma altitude, o elemento virtual permanece num local específico em três dimensões (3D), ou seja, na localização x, y, e z.

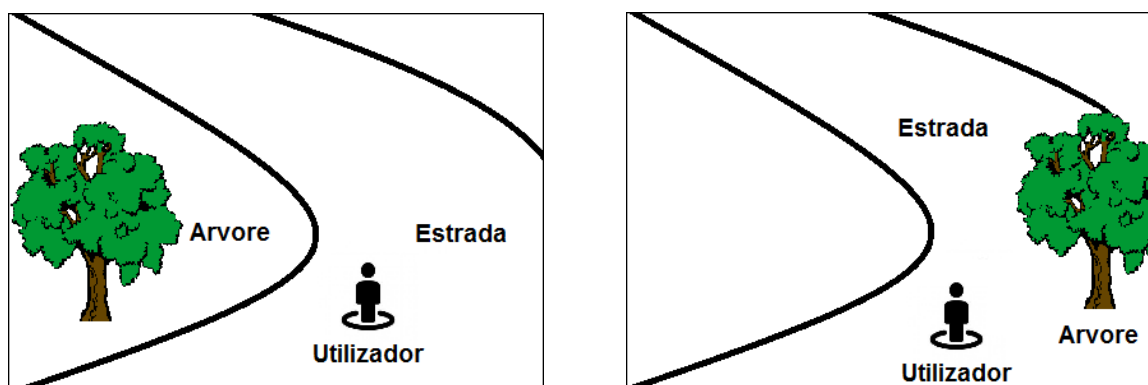


Figura 10 – Localização Absoluta versus Localização Relativa

Diagramas cortesia de Rui M. Pascoal

De acordo com os dois diagramas da figura anterior, um objeto, por exemplo uma árvore virtual, pode estar registada em uma posição absoluta no mundo real ou então registada relativamente. Se a árvore virtual estiver registada relativamente, está registada em relação a outro objeto, por exemplo, relativamente à posição do utilizador. Nestes diagramas, a visão da direita mostra a árvore registada com respeito ao utilizador. Consequentemente, se o utilizador se mover, a árvore move-se com o utilizador. Por outro lado, a visão da esquerda, mostra a árvore registada absolutamente no mundo real, ou seja, está num local específico, numa localização X, Y e Z, o que é independente da localização de qualquer outra coisa. Por isso, mesmo se a árvore se mover, a estrada permanece na sua localização no mundo.

No âmbito dos desportos outdoor, pode ser adequado utilizar-se um objeto virtual, a servir de marco, registado absolutamente, por exemplo, numa localização específica, ser apresentada uma pessoa virtual, na posição geográfica X, Y e Z, a dar as boas vindas a um desportista que chegue à meta, ou até mesmo que apresente ou descreva um determinado local histórico com informação cultural de determinada ruína ou marco.

Por outro lado, também pode ser adequado utilizar-se um objeto virtual, por exemplo um mentor ou acompanhante virtual⁴⁰, que esteja registado relativamente, ou precisamente ao lado do desportista, que sirva de guia e tenha a capacidade de dar conselhos vitais, baseados no seu estado de saúde, consiga argumentar com ele verbalmente e responda às perguntas que o desportista faça em tempo real, neste caso, pode ser necessário o auxílio de um ou vários servidores remotos, ou um Big Data em conjunção com uma Inteligência Artificial, semelhante à Siri⁴¹. Este suporte é possível com a existência de uma ligação constante e estável ao servidor. Mas este tema foge ao âmbito do estudo da presente dissertação e fica para investigações futuras.

Por outro lado, como apresentado atrás, existe a visão computacional. Para a ativar, por exemplo, o sensor requerido é uma camara. A camara e o mundo real são baseados no que se vê, e é o que pode determinar onde a camara está localizada e como ela está orientada com respeito ao cenário. Mas para suportar a visão computacional, é necessário software para analisar as imagens capturadas pela camara para determinar o que a camara vê. Baseado nessa informação, o software vai calcular onde a camara deve estar de forma a ver aquela vista. Assim deve haver pistas no ambiente que a camara possa usar tais como pontos de referência, as chamadas “landmarks”.

Devido à complexidade dos lugares no exterior, muitas vezes é difícil ter referências sem o uso de GPS, por exemplo para identificar lugares e caminhos, onde um desportista atravessa ou passa num cenário exterior. Outra forma é colocar lá marcadores regulares, os “regular markers”, que são tecnologias de localização utilizadas pelos marcadores padrão, os default bookmarks. No entanto, as novas tecnologias de RA detetam características únicas de cenas complexas e usam-se para determinar objetos virtuais a serem sobrepostos no ambiente real. Estes tipos de tecnologias de RA são chamados “sem marcadores”, ou markerless. Por exemplo, a @Metaio Criador, um pioneiro em realidade aumentada e em visão computacional, começou a migrar esta tecnologia de base de marcadores para métodos sem marcadores.

Todas as anteriores tecnologias apresentadas, de localização e referenciação dão margem para, por exemplo, um utilizador real poder ser acompanhado por um ou até vários utilizadores virtuais.

⁴⁰ Associado à quinta funcionalidade – “Ok agente”. O utilizador solicita informações ao sistema e este responde.

⁴¹ A SIRI é uma inteligência artificial desenvolvida pela Apple. Usa processamento de linguagem natural. Pode ser usada num telemóvel e adaptada para ser usada também em aplicações de RA.

3.3. O Microfone e os Auscultadores

O microfone é uma entrada de som, e pode ser aproveitado no outdoor. Pode ser utilizado, não só para comunicações telefónicas e de rádio, com outros companheiros, mas também pode servir para operar as funcionalidades do equipamento com as mãos livres. Por exemplo, para operar a funcionalidade de tirar uma foto, pode utilizar-se a expressão: “Ok foto” seguido de “Ok”, e a foto é tirada.

No caso dos auscultadores de ouvidos em som stereo, assim como o microfone, podem servir não só para comunicar, mas também para ouvir conselhos vitais e informação inteligente. Por exemplo, as ordens / afirmações: “beba água”, “reduza o esforço”, “à esquerda ponto de apoio a 3,4 km”, podem ser não só escritas, mas também sonoras. Porquê? Porque podemos estar em ambientes ruidosos ou muito ruidosos, o que dificulta ouvir as informações e mensagens sonoras, no entanto se a mesma informação for apresentada também no formato escrito a mesma vai complementar esta dificuldade.

As informações dos conselhos vitais, baseiam-se no resultado de cálculos da agregação dos dados recebidos dos sensores. Isto é, se o sensor de ritmo cardíaco for elevado, o resultado será “reduza o esforço”, alertando audível e constantemente. No entanto, o resultado da ordem “beba água” envolve não só o sensor de ritmo cardíaco, mas também o sensor de humidade relativa, porque se a humidade relativa for muito baixa, um ser humano irá transpirar mais, e terá de ingerir líquidos com mais frequência.

3.4. A Visão e a Estereoscopia

No caso da tecnologia ao dispor para a visão a ser aproveitada pela RA, passa por perceber este imprescindível componente. Ou seja, para desenvolver uma aplicação de RA é importante ter uma noção, de como trabalha o campo de visão normal de um ser humano e a estereoscopia. Por exemplo, o campo foveal da visão é mais nítido no centro do que nas extremidades, veja a seguinte figura.

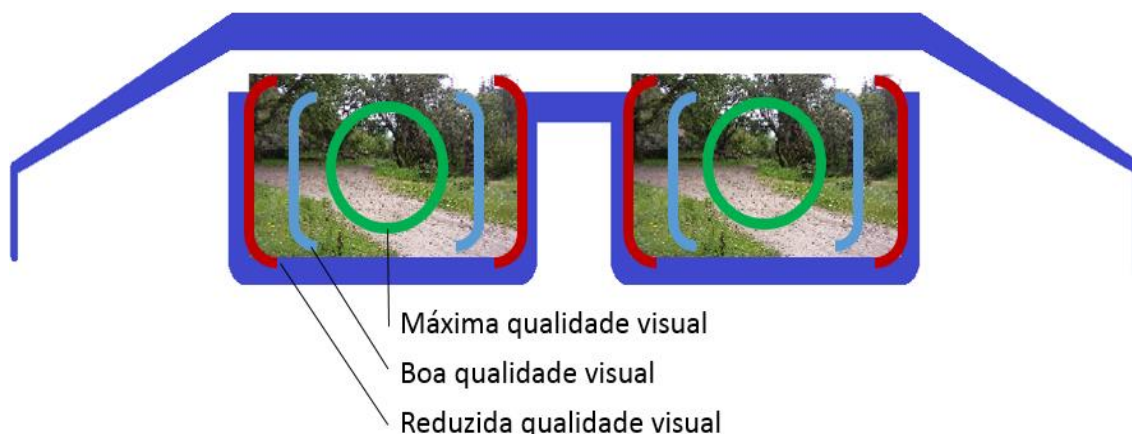


Figura 11 – Foco Central do Campo Foveal da Visão
Diagrama Cortesia de Rui M. Pascoal

Conforme ilustrado na figura 11, a qualidade visual vai reduzindo de intensidade do máximo (círculo verde), depois o intermédio ou bom (campo azul) e por último, o reduzido (círculo vermelho), por isso, a zona central nunca deve ser obstruída com o que quer que seja, devido à necessidade de visualizar o mundo real nitidamente, ainda para mais, no caso de um equipamento móvel de RA para o exterior e haver a intenção de o utilizar em movimento, por exemplo, a conduzir uma bicicleta. Por isso, é sugerido que toda a informação e os ícones representativos das variáveis geográficas, climáticas e biométricas sejam apresentadas não no centro, mas no campo azul (ícones) e no campo vermelho (informação numérica). Porque é sugerida esta disposição? Iremos ver o motivo nas abordagens quantitativas e qualitativas.

Este aspeto é a acuidade visual humana. Aqui está-se a falar em acuidade relativa, ou seja, durante o dia, ou quando o ambiente é suficientemente iluminado, os olhos visualizam com a máxima qualidade, com clareza e a cores. Quando os objetos são focalizados sobre a fóvea⁴² ficam nítidos e coloridos na visão central, e na periferia desfocados e em tons de cinza na visão periférica. Para manter a imagem nítida, é necessário focalizá-la constantemente sobre a fóvea e, para isso, os músculos que movem os olhos e o sistema de lentes devem trabalhar juntos e de modo coordenado. É a característica dos olhos para reconhecer dois pontos muito próximos. Vários fatores determinam a acuidade, em especial, a distância entre os fotorreceptores na retina e

⁴² A fóvea é a região central existente na retina do olho humano, uma pequena depressão, onde se concentram os cones e onde se forma a imagem de alta nitidez, que será transmitida ao cérebro.

também da precisão da refração. A acuidade visual pode ser determinada pela menor imagem retiniana reconhecida pelo indivíduo. Pode ser medida, por exemplo, através escala optométrica desenvolvida por Herman Snellen⁴³ em 1862.

Se prestarmos atenção em alguém que esteja a ler ou a fazer trabalhos manuais, os seus olhos estarão em constante movimento, garantido a focalização nítida do objeto e o constante processamento da retina. A sensação visual, à noite ou quando a luminosidade é baixa, faz trabalhar os bastonetes que ao contrário dos cones, funcionam com pouca luz. Essas propriedades mostram que os olhos estão adaptados, quer para a visão com muita luminosidade, a iluminação do dia, ou baixa luminosidade, a iluminação crepuscular, do amanhecer ou do entardecer. Esta percepção visual *concentra-se automaticamente sem manipulação consciente, e alcança clareza apenas na fóvea da retina - a pequena área central da retina onde se concentra o detalhe. Onde uma fotografia irá mostrar tudo com igual clareza à mesma distância.* (Barry, 1997).

Se a informação apresentada, por exemplo, as fontes do texto numérico e os ícones (tamanho cômico, realce) não estiverem bem dimensionados, o utilizador final não vai conseguir ler a informação. Vamos vê-lo no estado de arte, também este aspeto muito importante, quer para o benefício, quer para a usabilidade da informação.

Por outro lado, a estereoscopia é a capacidade de se poder exibir em ambos os olhos a mesma imagem, ou seja, uma exibição estereoscópica. As imagens podem indicar profundidade, conhecido como visão em stereo ou binocular. A visão binocular *é o indicador de profundidade que é obtido, porque cada um de nossos dois olhos vê um cenário de perspetivas ligeiramente diferentes* (Craig, 2013).

É de referir que quanto mais distante está um objeto a visão binocular é cada vez menos importante, para a compreensão da tridimensionalidade, por exemplo, de um objeto do ambiente real ou de um objeto do ambiente digital. Outra forma de explicar é que, a tridimensionalidade *é mais importante quando se está a observar ou a manipular coisas que estão perto do utilizador, a menos de 10 metros* (Craig, 2013). Assim como o nosso sistema sensorial humano tem esta capacidade para observar o mundo real, é possível simular um objeto no mundo virtual. Assim, pode-se aplicar o uso da visão binocular com bons efeitos em aplicações de RA, especialmente quando essas aplicações envolvem observar ou manipular objetos virtuais que estão perto.

⁴³ Herman Snellen (19 de fevereiro de 1834, Zeist - 18 de janeiro de 1908) foi um oftalmologista holandês que introduziu o uso da tabela de Snellen para o estudo da acuidade visual (1862).

Repare na seguinte figura.

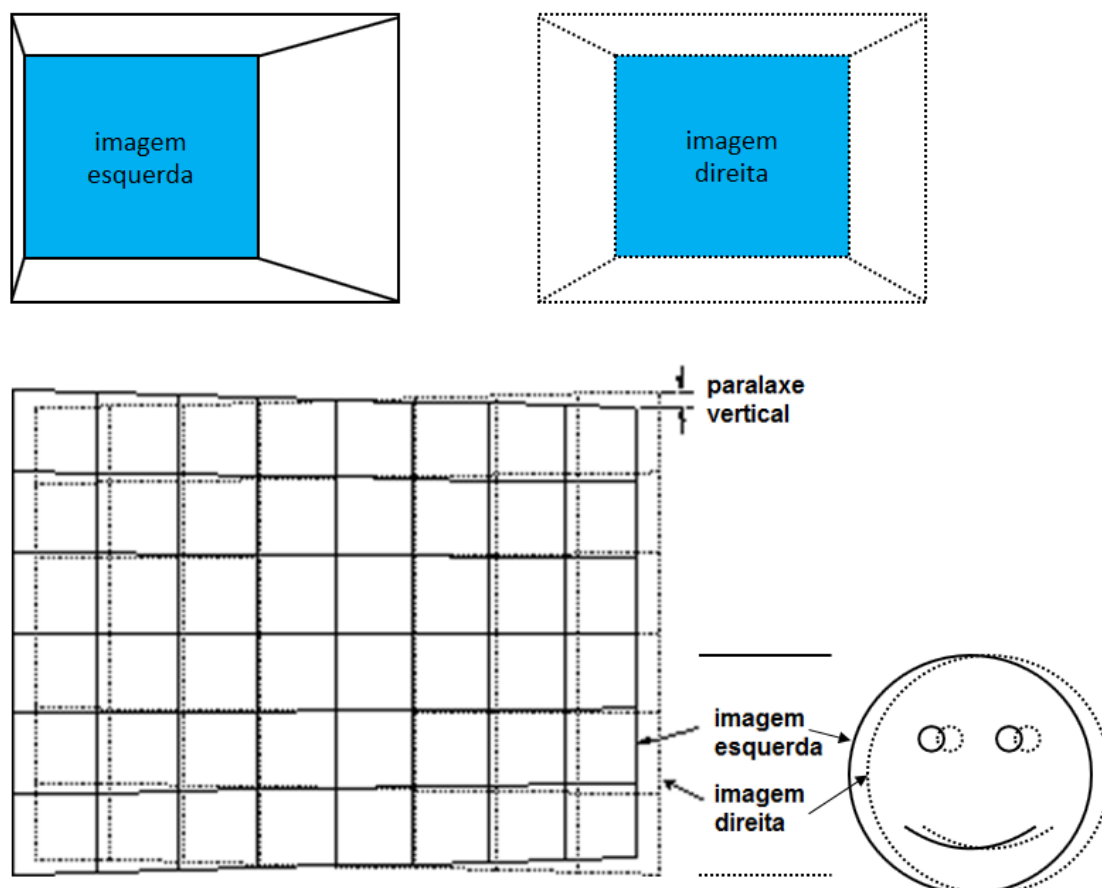


Figura 12 – Visão estereoscópica tridimensional e paralaxe vertical ⁴⁴

Adaptado de Woods, Docherty & Koch, 1993 ⁴⁵

É possível aplicar a estereoscopia à RA nos desportos outdoor, mas existem desafios e implicações que devem ser tomados em conta, por exemplo, e conforme visto anteriormente, para o cálculo das imagens, deve-se ter duas imagens para olhar para cada

⁴⁴ Desvio ótico causado pelo ângulo de visão do observador.

⁴⁵ Woods, A. J., Docherty, T., & Koch, R. (1993, September). Image distortions in stereoscopic video systems. In *IS&T/SPIE's Symposium on Electronic Imaging: Science and Technology* (pp. 36-48). International Society for Optics and Photonics.

uma, calculadas a partir da perspetiva de um dos olhos. Ou seja, ao contrário de um filme onde há uma imagem única para cada período de tempo, precisa-se de um par de imagens para cada período de tempo. Precisamos de um para o olho esquerdo que foi criado para a perspetiva do olho esquerdo e outra para o olho direito, que foi calculado com base onde o olho direito está em relação ao cenário.

Para calcular um par imagens estereoscópicas, são necessários mais recursos computacionais, do que calcular uma única imagem. Assim, se tivermos uma aplicação que mal pode fornecer uma única imagem em tempo real, sem dúvida que irá ter-se ainda mais dificuldades em criar um par estereoscópico em tempo real. Alan Craig comentou no seu livro *“Understanding augmented reality: Concepts and applications”* que *podemos ter dificuldades porque os processadores gráficos têm a capacidade de calcular cada uma das imagens de um par estéreo em paralelo, por isso, não duplicam a quantidade de tempo necessário para calcular duas imagens* (Craig, 2013).

Estas questões de perceção que surgem, especialmente para óculos estereoscópicos, tornam-se bastante desafiadores para o desenvolvimento da RA.

Para os sistemas estereoscópicos, esta limitação é ainda mais crítica. Esta não é uma questão simples, especialmente se estamos a lidar com ambientes não estruturados, e completamente não modelados. Por outro lado, *se presumimos que sabemos o que e onde todos os objetos estão no mundo apresentado, deve-se questionar se um visor de realidade aumentada é realmente o mais útil, ou se um ambiente totalmente virtual pode ser o melhor* (Milgram, 1995).

É um desafio implementar com precisão a perceção de profundidade de objetos virtuais em três dimensões (3D), em óculos de RA para os desportos no exterior, devido ao registo difícil em 3D. Os óculos com funcionalidades estereoscópicas, ou binoculares terão de projetar imagens em cada uma das lentes oculares para simular a perceção de profundidade em 3D, por exemplo, a primeira versão do Google Glass não tem estereoscopia, mas as tecnologias atuais causam problemas adicionais, incluindo conflitos de acomodação da vergência⁴⁶, ou de baixa resolução nas lentes causando que os objetos apareçam mais longe do que realmente estão.

⁴⁶ A vergência (V) é também conhecida como convergência ou grau das lentes. É o inverso da distância focal (f), ou seja, $V = \frac{1}{f}$. A distância focal é medida em metros, por isso, temos: $V = m^{-1}$.

A composição da imagem de objetos, palavra em inglês: “rendering objects”, com a aplicação de técnicas que permita melhorar a visibilidade da forma mais correta, pode melhorar alguns problemas de percepção de profundidade. Um registo consistente desempenha um papel crucial na percepção de profundidade em 3D, mesmo na medida em que determinar com precisão a localização do ponto de visão da rotação do olho, pode afetar a percepção. Uma análise dos diferentes locais de ponto ocular, para usar em composição de uma imagem, concluiu que o centro da rotação ocular de rotação produz a melhor precisão da posição.

O outro problema a ter em conta é problema da latência ou atraso, porque causa mais erros no alinhamento, ou registo da imagem dos objetos virtuais, do que todas as outras fontes combinadas. Para as tarefas de curta distância, uma simples regra de ouro é que um milésimo de segundo de atraso faz um milímetro de erro. Mais importante ainda, o atraso pode reduzir o desempenho das tarefas. Atrasos tão pequenos quanto 10 milissegundos podem fazer uma diferença estatisticamente significativa, numa tarefa de guiar um anel ao longo de um gancho metálico.

Sobre a latência da rede, pode muito bem ser a ruína de todas as aplicações de RA. Porquê? Porque a latência é um atraso entre o momento em algo realmente acontece e quando ele é apresentado ao utilizador. Por isso, *é importante escolher a arquitetura do sistema adequado. A latência é de consideração principal onde uma resposta em tempo real é essencial para os sistemas de RA* (Craig, 2013).

3.5. Os Eventos e a Informação Inteligente

Os eventos estão diretamente relacionados com patrocinadores e com cada utilizador individualmente. Estes eventos podem ser marcados na agenda dos utilizadores, e podem ser personalizados, de acordo com as preferências individuais de cada desportista, isto para ser inteligente, ou apropriado. Por exemplo, um utilizador que apenas pratique caminhadas, não faz sentido ser convidado a participar em um evento de BTT em grupo, por exemplo: evento - “Volta de Portalegre em BTT dos 100 km”. Igualmente para um desportista que apenas pratique BTT, não faz sentido ser convidado a participar numa caminhada, por exemplo: evento - “A grande travessia dos caminhantes nos Pirenéus”.

A informação inteligente envolve o resultado calculado dos dados dos sensores, das três variáveis (geográfica, climática, biométrica), e do comportamento do utilizador desportista personalizado, por exemplo, o seu estado de saúde, nomeadamente o seu ritmo cardíaco, gastos calóricos. Também a pressão atmosférica, a humidade relativa, altitude e a temperatura podem contribuir para o cálculo, bem como para informar o desportista, a tomar medidas recomendadas, ou até mesmo críticas ou medidas urgentes. Para além das relações entre medidas de cálculo e de outros fatores que devem ser tomados em conta. Exemplo prático:

A seguinte tabela é a apresentação dos dados propostos que podem ser necessários para calcular os conselhos vitais, isto é, os dados climáticos em conjunção com o estado de saúde implicam os conselhos vitais:

Dados Climáticos ∨ Biométricos → Conselhos Vitais

Obviamente, os dados de cálculo da tabela 2 terão de se relacionar entre eles de forma a fazerem sentido no resultado final, que são os conselhos vitais, inteligentes!

Dados de Calculo (valores normais)	Mínima	Conselho Vital	Máxima	Conselho Vital
Temperatura (20° C – 25° C)	< 15° C	Reduza a velocidade.	> 28° C	Beba água! Reduza a velocidade!
Pressão atmosférica (1,01325 BAR = 1 ATM)	< 1,01325 BAR	Mau tempo! Reduza o esforço!	> 1,01325 BAR	Acelere!
Altitude (0 m – 1000 m)	< 0 m	Reduza o esforço!	> 1500 m	Menos oxigénio; Mastigar algo; Acelere com moderação!
Humidade relativa (40% – 65%)	< 30 %	Sensação de frio; Risco de desidratação; Beba líquidos quentes!	> 90 %	Sensação de calor; Maior dificuldade em transpirar; Reduza o esforço!
Ritmo cardíaco * (90 BCM – 110 BCM)	< 60 BCM	Acelere!	> 130 BCM	Reduza o esforço!
Gasto calórico (300 Kcal/h – 500 Kcal/h)	< 100 Kcal/h	Acelere!	> 750 Kcal/h	Alimente-se! Reduza o esforço!

Tabela 2 – Dados de cálculo

Feito por Rui M. Pascoal

* Depende da idade.

° C – Graus Celcius.

BAR – Medida de Pressão atmosférica barométrica.

ATM – Atmosferas.

m – Metros.

BCM/BPM – Batidas cardíacas por minuto.

Kcal/h – Quilo calorías.

Outros fatores a levar em conta:

- O vento também é um fator de risco, porque causa bastante perda de calor corporal pela radiação, convecção e evaporação.

- A exposição súbita ao frio causa aumento da frequência e do débito cardíaco e aumento da pressão arterial. A humidade relativa do ambiente não é importante com temperaturas abaixo de 0° C.

- A velocidade de deslocamento do desportista é importante pelo efeito do vento que se faz sentir mais no ciclista, que se desloca a 40 km/h, do que em um caminhante a 4 km/h.

- A prática desportiva em ambientes com temperaturas baixas, menor que 18° C, especialmente se a pessoa estiver molhada pelo suor, chuva ou neve, ou imersa em água fria, é um fator de risco que deve ser levado em conta. Também, a condutividade térmica na água é 32 vezes superior na água que no ar, o que provoca grande perda calorífica e arrefecimento rápido.

- De referir que a humidade relativa quando está muito baixa, na ordem dos 30% ou menos, é de risco para a prática de desportos no exterior. A sensação de frio é maior e existe perigo real de desidratação. Por outro lado, quando a humidade relativa é elevada, na ordem dos 90% ou mais, a sensação de calor é muito maior, e existe mais dificuldade na transpiração e libertação das toxinas na atividade física.

4. Testar as Hipóteses da Investigação

Com um tratamento quantitativo e qualitativo das hipóteses de investigação são inicialmente analisadas as referências da área de RA, da limitação cognitiva humana, da sobrecarga de informação, usabilidade e aceitação social. Com essas referências filtradas são de seguida sugeridas as variáveis, as informações e ícones a implementar num equipamento de RADO, a serem dadas aos utilizadores através de um Mockup. Esse enquadramento no visor com um Mockup serve de seguida para criar um protótipo para testar utilizadores reais e perceber quais as suas reações, quando são submetidos a determinadas circunstâncias. Por exemplo, através de um protótipo de RA que simula ambientes desportivos ao ar livre para coletar dados, através da observação de testes de interação com pelo menos doze utilizadores finais heterogéneos (várias idades e atividades). Alguns desses utilizadores são desportistas e outros não. Alguns são submetidos a ambientes silenciosos, ruidosos, ou muito ruidosos com distrações. Em seguida pede-se para executarem tarefas com várias funcionalidades e ao mesmo tempo são apresentadas várias informações no âmbito dos desportos outdoor. Através dessa interação, irá mostrar os resultados das suas reações, se existe sobrecarga de informação e a melhor usabilidade (a mais adequada e a mais eficiente em tempo), se com a interação sonora, ou se com interação gestual. A seguir reúne-se numa tabela os grupos de variáveis, tais como variáveis geográficas, climáticas e biométricas, o que ajuda a fazer testes conceptuais da apresentação de todas as informações de dados e funcionalidades para os utilizadores. Assim, evita-se dar informações desnecessárias que não sejam adequadas para os desportos no exterior, isto é, especialmente para aqueles que praticam ciclismo, atletismo ou caminhadas.

Por isso, testa-se através dos outputs de implementação prática (Mockup e Protótipo), a disposição da informação a ser dada ao desportista e as suas reações. Um par de óculos leves de RA é, preferencial, por causa de serem portáteis e móveis, e mais adequados para utilizar a conduzir uma bicicleta, para não haver necessidade de utilizar as mãos para operar o equipamento de RA (em detrimento da utilização de telemóveis ou tablets, que também têm atualmente capacidade para correr aplicações de RA, mas mais difíceis de utilizar numa bicicleta ou a correr).

Após a abordagem quantitativa é feita uma abordagem qualitativa, através de questionários e entrevistas para recolha de opiniões do público em geral e de

personalidades ligadas aos sistemas de informação, cognição humanas e engenharia e ciências da computação. Por último, é feito um mapa conceptual de utilização operacional das funcionalidades do protótipo. Concluindo com resultados da análise de dados.

5. Implementação de Interface

A implementação de interface tem vários estágios de desenvolvimento, com o objetivo de recolha de dados, para posterior análise, no âmbito da sobrecarga de informação, interação natural e dados indicados para alguém que pratique desportos outdoor.

Inicialmente é feito um desenho, isto é, um mockup para depois servir de base de construção do protótipo de RA, em duas fases. Na primeira fase é feito um protótipo descartável em powerpoint, para planeamento de cenários, e de seguida um protótipo em html, javascript e CSS para simular uma aplicação de RA num ambiente real desportivo no exterior, que tem o objetivo de coletar dados, através da observação de testes de interação com doze utilizadores finais. Observe o desenho do mockup que deu início a todo o processo de desenvolvimento do estado de arte.

5.1. O Mockup de RA nos Desportos Outdoor

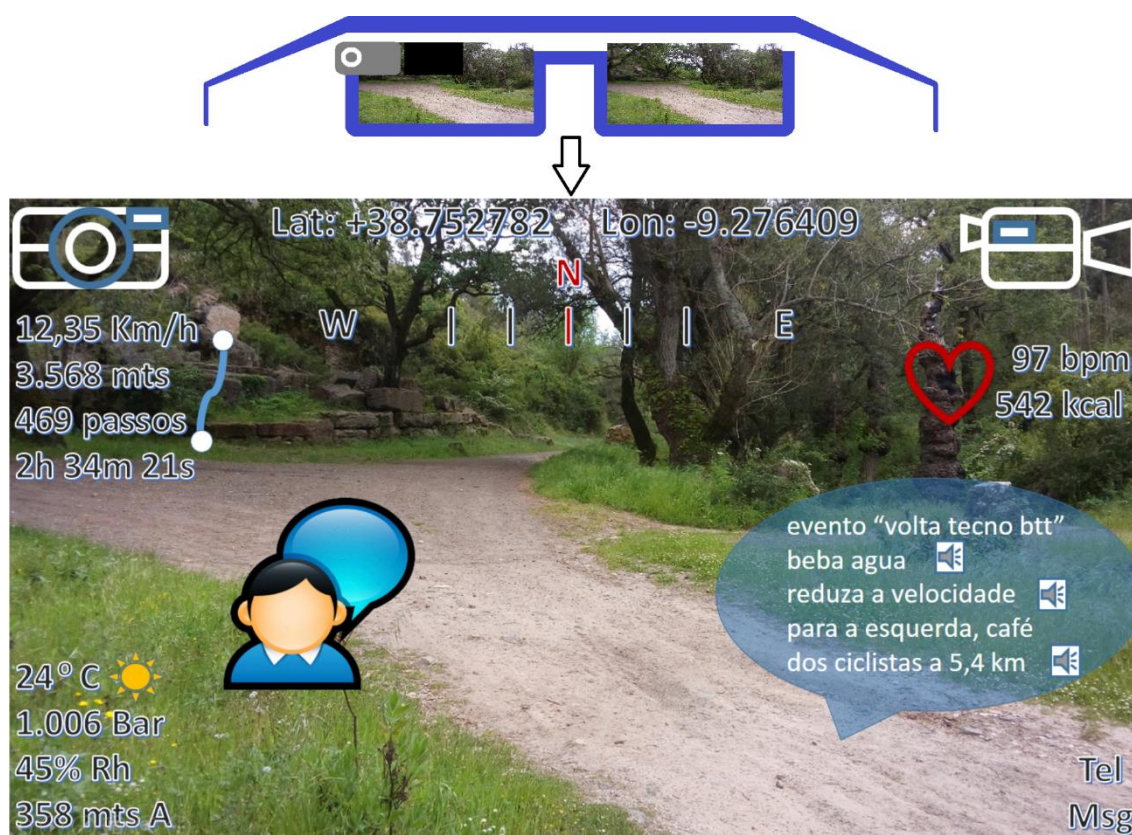


Figura 13 – Visualização prática da informação dada ao desportista

Feito por Rui M. Pascoal

Este Mockup de RA é um meio para a implementação prática que serve para apresentar uma das disposições “ideais” dos componentes em output, ou seja, no visor dos óculos de RA. Aqui estão apresentados todos os componentes, ou seja, com a sua apresentação máxima. Mais à frente, no próximo subcapítulo, irão ser apresentadas três versões com dois cenários cada.

As cores e fontes utilizadas para as letras e números no visor, não devem ser escolhidas ao “calhas”, para não dificultar a leitura na maioria das condições de luminosidade. De acordo com a figura anterior, as cores utilizadas foram o preto com um contorno branco, com o intuito de fazer um contraste, e conseguir-se visualizar de forma adequada se existir muita luminosidade ou pouca luminosidade no exterior. Quando se testou o protótipo percebeu-se que se tinha de fazer esta implementação, porque não se percebiam os dados quando as fontes das letras e números eram opacas (quer pretas, quer brancas), por isso, no protótipo são utilizadas letras brancas com um contorno preto (ou letras pretas com um contorno branco também resulta), foi uma das formas para se visualizar bem todos os dados informativos. Note a figura seguinte.



Figura 14 – Má visualização das fontes textuais

Feito por Rui M. Pascoal

Conforme se pode ver na figura constata-se, as fontes do texto a branco com um contraste a preto, no canto superior direito, são mais fáceis de ler, do que as fontes de texto a preto, na parte esquerda.

5.2. O Protótipo de RA nos Desportos Outdoor

Apresentado o mockup anterior temos de seguida um protótipo de RA inicial “descartável”. As próximas figuras mostram a apresentação dos dados informativos. Foram construídas três versões do protótipo com o intuito de testar vários utilizadores reais. As versões vão ser apresentadas por ordem decrescente, ou seja, da versão 3 à versão 1 e com dois cenários cada versão, como explicação de estágios ou evolução de um evento desportivo. A versão 3 é a versão total, ou seja, o visor apresenta a informação máxima que pode ser dada ao utilizador. Repare.

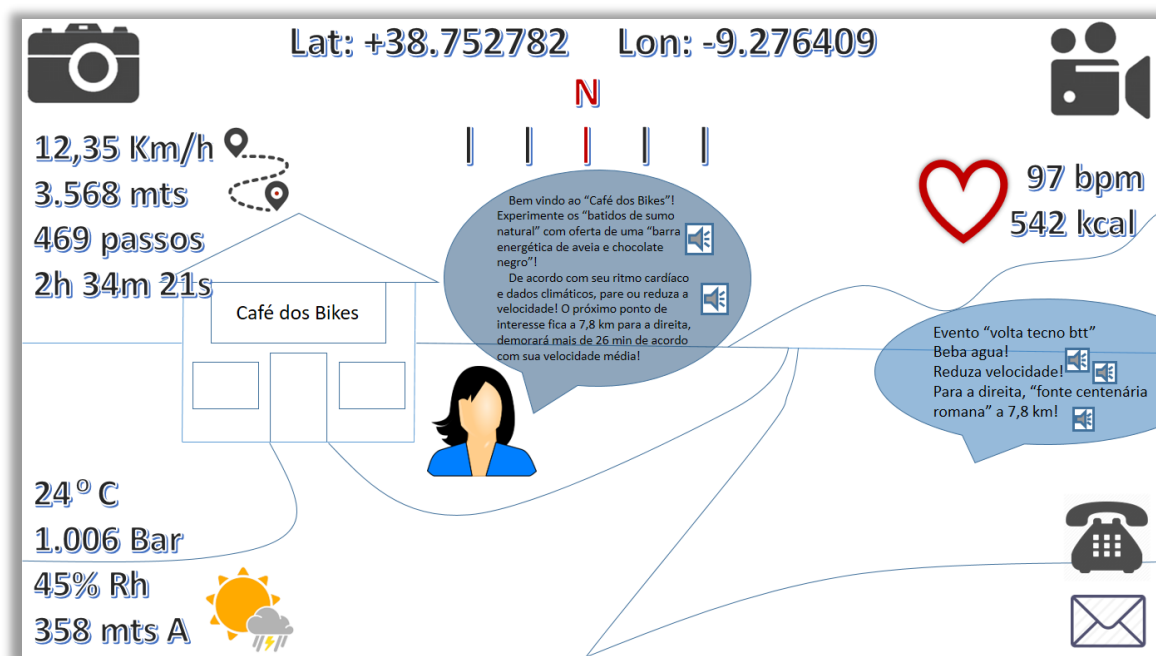


Figura 55 – Cenário 1 - Informação RA - apresentação máxima (versão 3)

Feito por Rui M. Pascoal

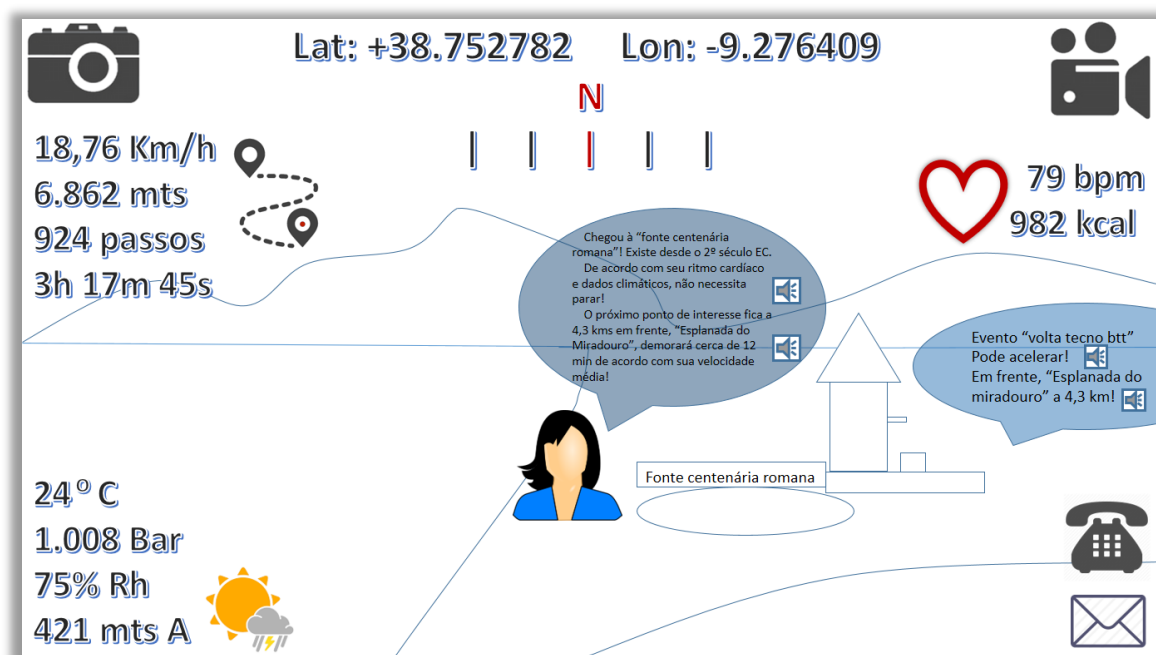


Figura 66 – Cenário 2 - Informativos RA - apresentação máxima (versão 3)

Feito por Rui M. Pascoal

A próxima figura, a versão 2, apresenta os dados informativos, com uma apresentação intermédia.

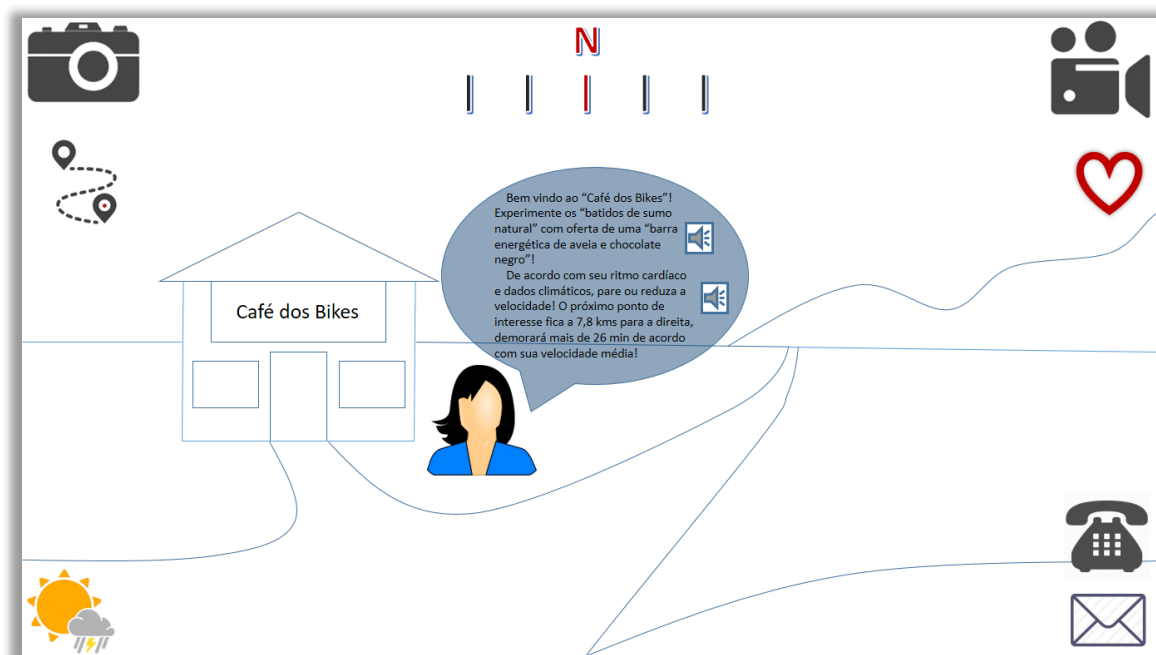


Figura 77 – Cenário 1 - Informação RA – apresentação intermédia (versão 2)

Feito por Rui M. Pascoal

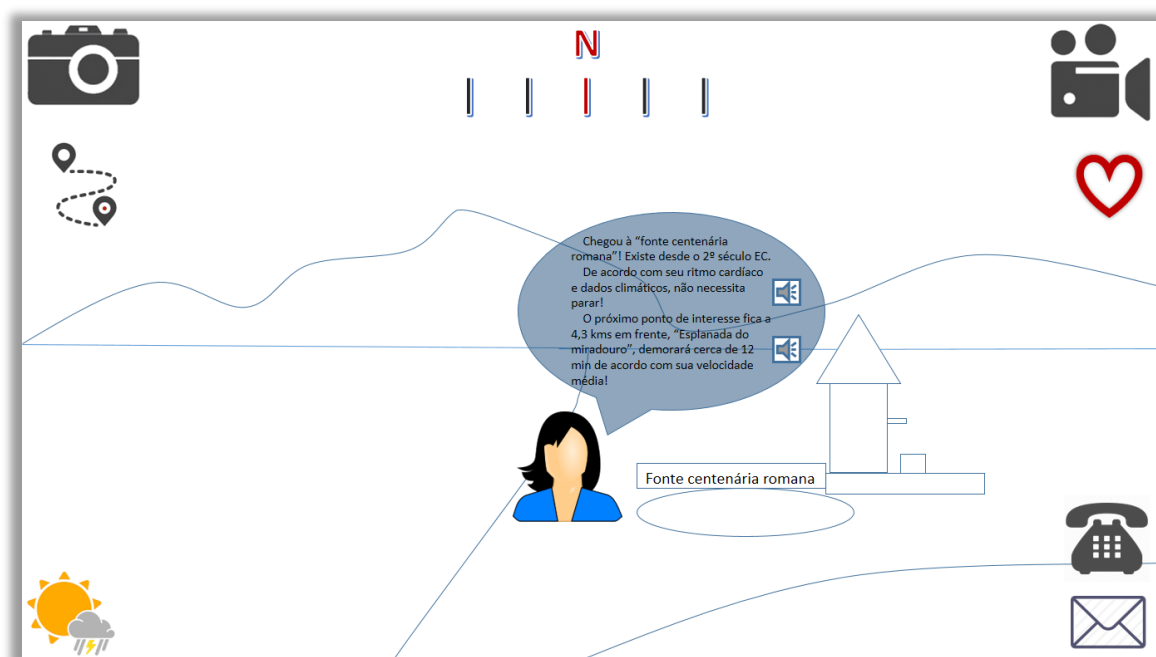


Figura 88 – Cenário 2 - Informação RA - apresentação intermédia (versão 2)

Feito por Rui M. Pascoal

Por último, a versão de apresentação na sua versão mínima, a versão 1, com o objetivo de sobrecarregar minimamente o utilizador desportista se assim o desejar, ou se, por exemplo, a velocidade do utilizador for extrema, porque entende-se que o utilizador em velocidades altas não consegue fixar tão facilmente, por exemplo a informação numérica.

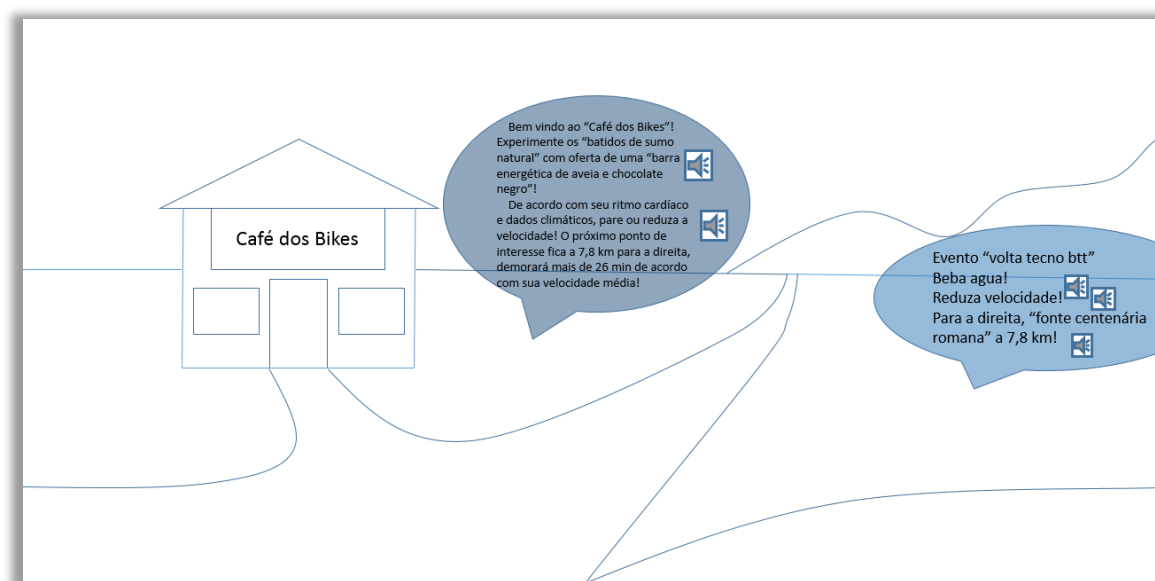


Figura 19 – Cenário 1 Informação RA - apresentação mínima (versão 1)

Feito por Rui M. Pascoal

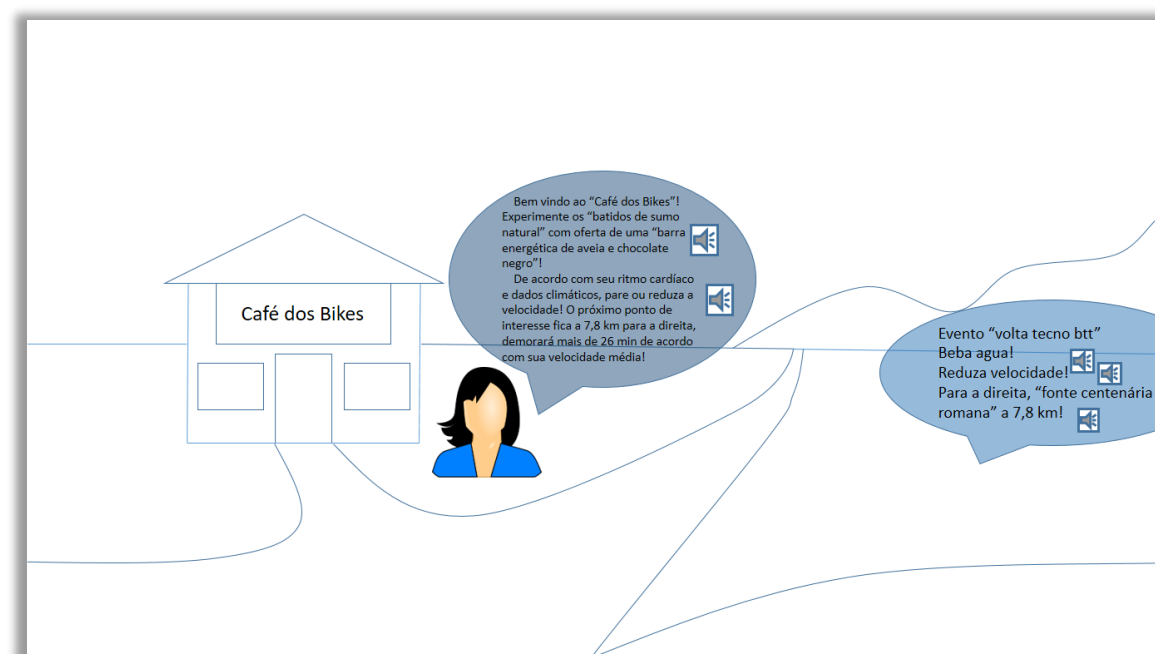


Figura 20 – Cenário 2 - Informação RA - apresentação mínima (versão 1)

Feito por Rui M. Pascoal

Com os anteriores cenários prototípicos foi possível efetuar-se uma pesquisa empírica, conduzida para obter uma abordagem quantitativa e reforçar a resposta à questão e problemas envolvidos com a sobrecarga de informação. Após os testes de interação foi aplicado um questionário para avaliar qualitativamente os mesmos utilizadores. Finalmente, foram coletadas opiniões de “caixa aberta” por meio de entrevistas.

Os dados foram recolhidos para uma análise posterior, a partir de fontes diretas, isto é, utilizadores reais. Todos os doze testes de interações foram filmados. O tempo de filmagem é de 6 minutos e 10 segundos. O objetivo foi reunir fatos e situações que causaram diferenciação na compreensão da informação versus um aumento significativo de sobrecarga de informação. Além disso, este protótipo de RA avalia se certas informações propostas, se são realmente as mais indicadas para serem apresentadas a um desportista que pratique ciclismo, caminhadas ou até atletismo em ambientes exteriores. Foram coletados os tempos de reação de cada utilizador individualmente e independentemente. Os resultados são apresentados em segundos. A Figura 21 representa uma exemplificação de uma interação do utilizador final.



Figura 21 – Testes de interação de utilizadores finais com protótipo de RA

(Pascoal, R. M., & Guerreiro, S. L. 2017)

Os utilizadores finais realizaram tarefas com cinco funcionalidades da aplicação a serem usadas nos desportos outdoor, que são as seguintes, através de comandos de voz: “Ok foto”, “Ok filma”, “Ok comunicação”, “Ok mensagem” e “Ok agente”. Esses comandos são exemplos de interações dos utilizadores através da sua voz. O objetivo deste conjunto de comandos é simular o ambiente de óculos de RA (por exemplo, à semelhança dos óculos da Google, para ter as mãos livres). Além disso, solicitou-se aos utilizadores finais a executar as tarefas atribuídas audivelmente e a reagir às informações apresentadas, por exemplo com um “Ok”, por comentar e criticar algo apresentado ou até mesmo abanar a cabeça (simulando gestos faciais). Em paralelo (ao mesmo tempo) pediu-se para efetuarem a tarefa de interação com o rato para executarem essas funcionalidades.

Do ponto de vista da usabilidade, os utilizadores foram mais rápidos nas operações audíveis com um valor médio de 1 a 2 segundos, mais rápidos do que na forma gestual, nesse caso, usou-se uma interação com o rato (simulando gestos). 58,33% dos utilizadores reagiram positivamente às informações apresentadas, por exemplo, às informações climáticas, biométricas, geográficas e de orientação. A seguinte figura representa as diferenças temporais das interações.

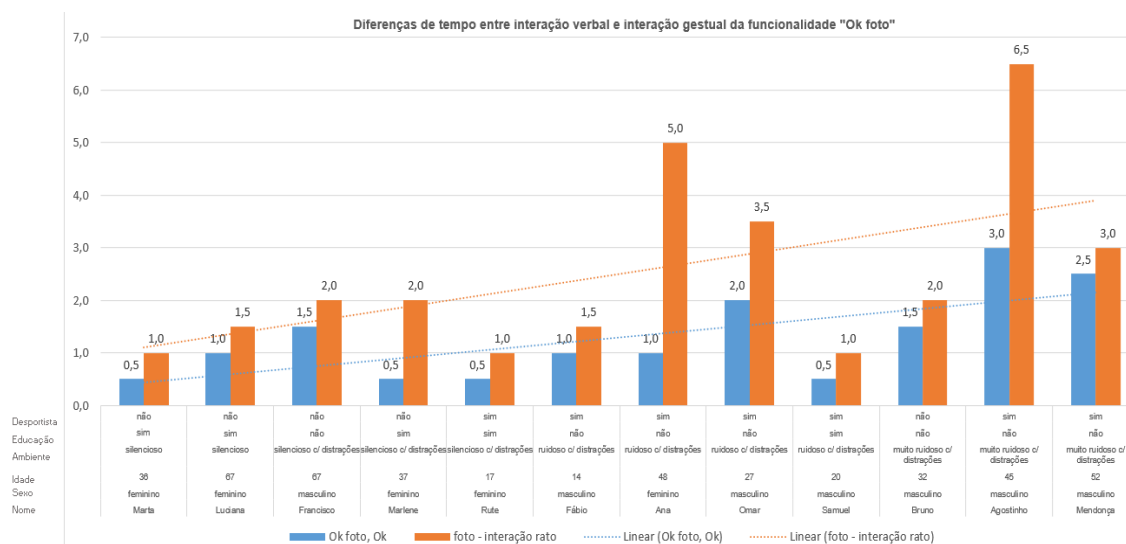


Figura 22 – Gráfico de interação com a funcionalidade “Ok foto”

Abaixo das linhas gráficas estão os dados de desportista (sim, não), habituação / educação (sim, não), e abaixo estão os dados de ambiente / distrações, abaixo estão a idade, o sexo e o nome dos utilizadores individuais.

A abordagem seguiu principalmente o método quantitativo para dar mais peso aos resultados da investigação científica. A amostra recolhida foi heterogénea, isto é, os utilizadores têm idades de 14, 17, 20, 27, 32, 36, 37, 45, 48, 52 e 67 anos. Enquadrados em diversas atividades, como estudantes, assistentes médicos, advogados, professores, profissionais de seguros, técnicos de informática e aposentados. Note de seguida as características dos utilizadores reais:

Detalhes dos participantes

1	Nome:	Marlene	7	Nome:	Bruno
	Sexo:	feminino		Sexo:	masculino
	Idade:	37		Idade:	32
	Atividade:	advogada		Atividade:	prof. seguros
	Ambiente/Distração:	silencioso		Ambiente/Distração:	bastante ruído
	Habituação/Educação RADO:	sim		Habituação/Educação RADO:	não
	Desportista RADO:	não		Desportista RADO:	não
2	Nome:	Fábio	8	Nome:	Agostinho
	Sexo:	masculino		Sexo:	masculino
	Idade:	14		Idade:	45
	Atividade:	estudante		Atividade:	técnico informática
	Ambiente/Distração:	algum ruído		Ambiente/Distração:	bastante ruído
	Habituação/Educação RADO:	não		Habituação/Educação RADO:	não
	Desportista RADO:	sim		Desportista RADO:	sim
3	Nome:	Marta	9	Nome:	Mendonça
	Sexo:	feminino		Sexo:	masculino
	Idade:	36		Idade:	52
	Atividade:	auxiliar médica		Atividade:	professor TIC
	Ambiente/Distração:	algum ruído		Ambiente/Distração:	bastante ruído
	Habituação/Educação RADO:	sim		Habituação/Educação RADO:	não
	Desportista RADO:	não		Desportista RADO:	sim
4	Nome:	Samuel	10	Nome:	Omar
	Sexo:	masculino		Sexo:	masculino
	Idade:	20		Idade:	27
	Atividade:	estudante eng. informática		Atividade:	estudante mestrado eng. informática e si
	Ambiente/Distração:	ruidoso		Ambiente/Distração:	bastante ruído
	Habituação/Educação RADO:	sim		Habituação/Educação RADO:	não
	Desportista RADO:	sim		Desportista RADO:	sim
5	Nome:	Rute	11	Nome:	Francisco
	Sexo:	feminino		Sexo:	masculino
	Idade:	17		Idade:	67
	Atividade:	estudante licen. informática		Atividade:	reformado bancário
	Ambiente/Distração:	silencioso		Ambiente/Distração:	silencioso
	Habituação/Educação RADO:	sim		Habituação/Educação RADO:	não
	Desportista RADO:	sim		Desportista RADO:	não
6	Nome:	Ana	12	Nome:	Luciana
	Sexo:	feminino		Sexo:	feminino
	Idade:	48		Idade:	67
	Atividade:	advogada		Atividade:	reformado bancário
	Ambiente/Distração:	ruidoso		Ambiente/Distração:	silencioso
	Habituação/Educação RADO:	não		Habituação/Educação RADO:	sim
	Desportista RADO:	sim		Desportista RADO:	não

Tabela 3 – Características individuais dos utilizadores finais

Com estes detalhes dos participantes, foram estruturados numa tabela Excel, com os seguintes campos, de forma a recolher os dados de estudo para posterior análise.

N.º	Nome	Sexo	Idade	Atividade	Ambiente / Distração	Habituação / Educação RADO	Desportista RADO
1	Marlene	feminino	37	advogada	silencioso com algumas distrações	sim	não
2	Fábio	masculino	14	estudante	ruidoso com distrações	não	sim
3	Marta	feminino	36	auxiliar médica	silencioso	sim	não
4	Samuel	masculino	20	estudante	ruidoso com distrações	sim	sim
5	Rute	feminino	17	estudante	silencioso com distrações	sim	sim
6	Ana	feminino	48	advogada	ruidoso com distrações	não	sim
7	Bruno	masculino	32	profissional seguros	bastante ruidoso com distrações	não	não
8	Agostinho	masculino	45	técnico informática	bastante ruidoso com distrações	não	sim
9	Mendonça	masculino	52	professor TIC	bastante ruidoso com distrações	não	sim
10	Omar	masculino	27	estudante	ruidoso com distrações	não	sim
11	Francisco	masculino	67	bancário aposentado	silencioso com algumas distrações	não	não
12	Luciana	feminino	67	bancária aposentada	silencioso	sim	não

Tabela 4 – Registo quantitativo e qualitativo

Os registos do campo “Nome” são o que identificam cada utilizador individualmente. Os campos “Idade”, “Sexo”, “Atividade” e “Desportista” não tiveram peso para a avaliação dos resultados da análise de dados, porque as variáveis de estudo são os campos “Ambiente/Distração” e “Habituação/Educação RADO” que depois são correlacionados linearmente com os tempos de execução de dois campos distintos - a interação audível e a interação gestual.

Outra execução relevante é a última tarefa (a quinta tarefa) – “Ok agente”, imediatamente após a tarefa “Ok mensagem, ok sms”, onde ocorreu uma degradação da execução dessa tarefa, ou seja, 50% dos utilizadores não cumpriram com as expectativas, mas a execução da tarefa anterior foi realizada com 100% de sucesso. Veja a seguir essas diferenças de tempo.

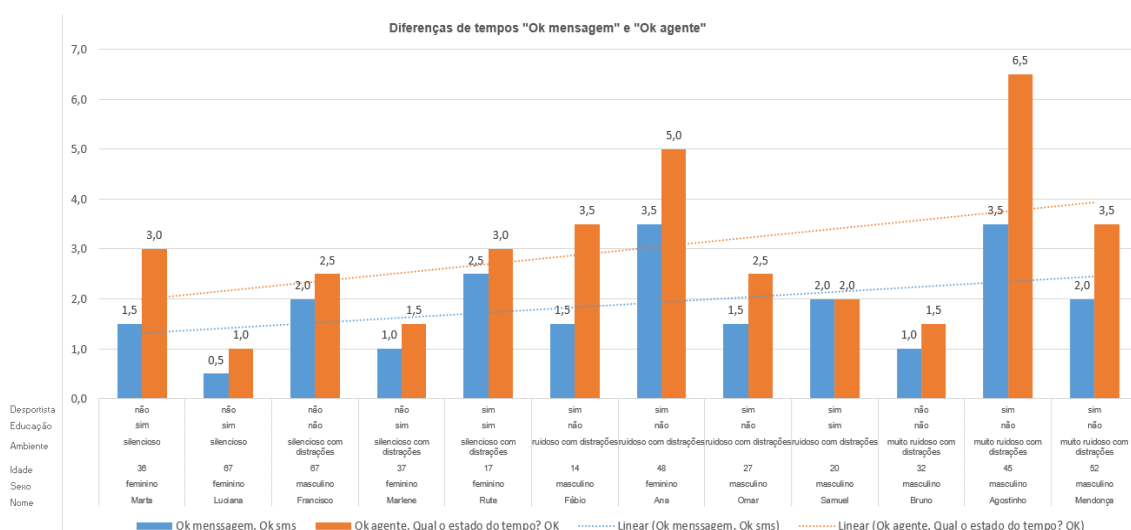


Figura 23 – Gráfico de interação com a funcionalidade "Ok mensagem" versus "Ok agente"

Sete utilizadores são desportistas, enquanto quatro estão enquadrados e tiveram uma educação e habituação prévias com o protótipo de RA, mas oito, não tiveram qualquer experiência com a tecnologia, e foi a primeira vez que a experimentaram. Todos os utilizadores foram expostos a diferentes ambientes e distrações, o que faz sentido em um ambiente externo, descontrolado sonicamente falando, ou seja, silencioso, silencioso com distrações, ruidoso com distrações e muito ruidoso com distrações.

Os utilizadores finais foram agrupados através das variáveis mais significativas como educação / habituação, e outras foram as diferenças de ambientes, com ou sem distrações que influenciaram seu desempenho. Quatro utilizadores habituados (mais viciados a utilizar o protótipo) executaram todas as funcionalidades, ou seja, 100% com sucesso. Eles também reagiram melhor a todas as informações fornecidas em comparação com os que não tiveram qualquer pré-treino.

A primeira tarefa "Ok foto" teve a melhor execução, os utilizadores estavam mais focados, mas a última tarefa "Ok agente" teve a pior execução, os utilizadores estavam mais distraídos, embora fosse mais simples a execução da última tarefa, porque não obrigava a carregar no rato ao mesmo tempo.

Repare nos resultados da reação dos utilizadores, agrupados pela educação / habituação, à execução das cinco tarefas através do comando de voz.

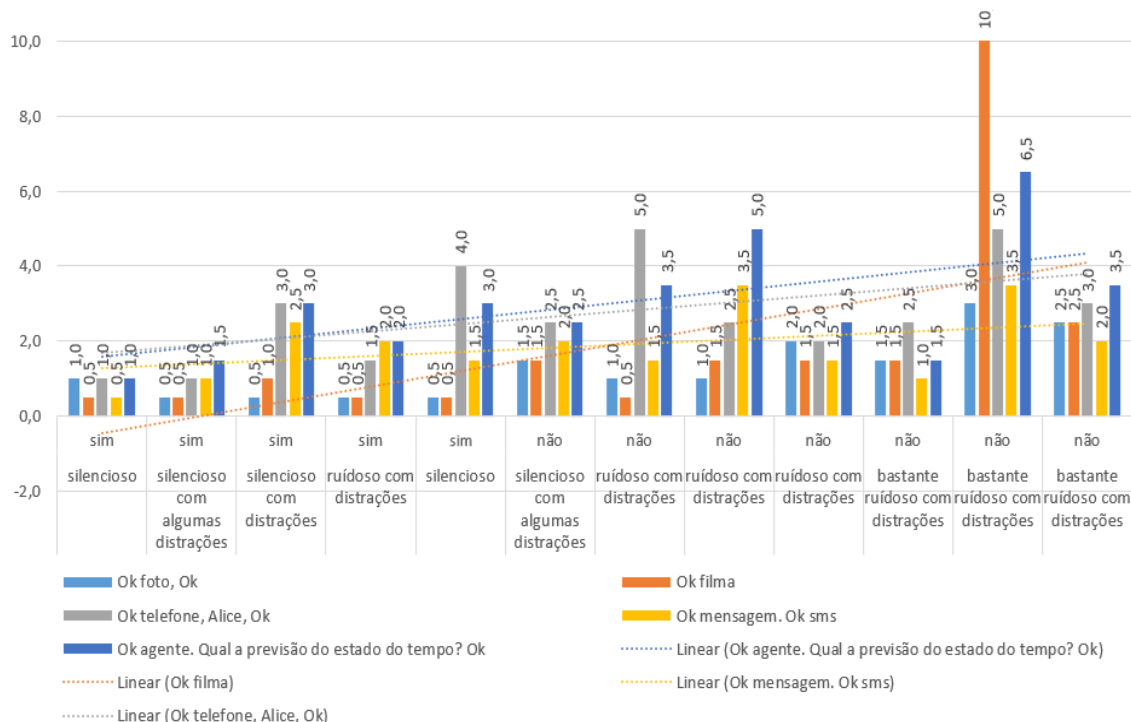


Figura 24 – Gráfico de interação da cinco funcionalidades com comando de voz

Aqui nota-se que houve um significativo benefício por ter existido uma educação / habituação com a tecnologia (por exemplo, nos quatro primeiros utilizadores), no entanto a execução das tarefas tiveram uma degradação com um ambiente ruidoso e/ou com distrações.

Repare agora nos resultados da reação dos utilizadores, agrupados pela educação / habituação, à execução das cinco tarefas, mas através da interação gestual (rato), nos vários ambientes com a qualificação de Educação a seguir (sim ou não). As doze diferentes cores correspondem aos doze utilizadores individuais.

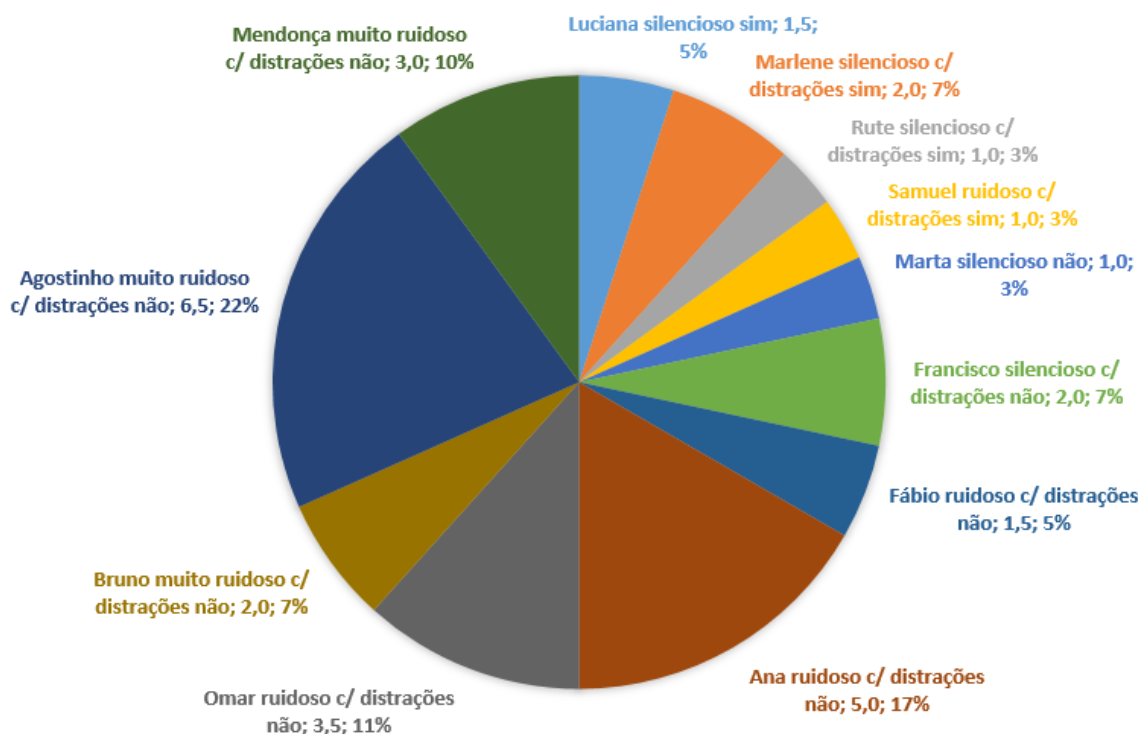


Figura 25 – Gráfico de interação das cinco funcionalidades com comando gestual

Foi utilizado este tipo de gráfico para melhor se perceber as diferenças comparativas dos ambientes e educação, por exemplo, o utilizador final Agostinho esteve sujeito a um ambiente muito ruidoso com distrações e não teve qualquer educação / habituação com a tecnologia de RA. O utilizador final Marta teve um bom desempenho na execução gestual. Ela esteve sujeita a um ambiente silencioso (nenhuma sobrecarga sonora), apesar de não ter tido uma educação prévia, no entanto todos os utilizadores com uma educação prévia tiveram bons resultados, conforme gráfico.

Na abordagem qualitativa com opiniões pessoais de cada utilizador (após testes), encontramos a preferência dos utilizadores pela versão 2, em que são apresentados apenas ícones representativos de diferentes tipos de informação sem informação numérica, e comparando com os resultados quantitativos, os números podem ser irrelevantes para alguns utilizadores, por esse motivo propõe-se serem colocados no campo de visão mais periférico. Também, houve várias opiniões qualitativas nesse sentido, por exemplo, solicitar uma informação numérica específica pela funcionalidade “Ok agente”, ou a transição de versões puder ser dependente da velocidade do desportista.

Para além dos doze utilizadores que foram filmados a interagir com a aplicação, houve mais quatro utilizadores que não quiseram ser filmados, mas responderam ao questionário B – Questões de interação com as três versões do protótipo, por isso foram avaliados apenas qualitativamente.

Nenhum dos doze utilizadores filmados reagiu a uma informação errada apresentada de propósito, por 2 vezes, ou seja, a informação das direções “Sul” e “Oeste”, desta forma pode-se concluir que este tipo de informação é irrelevante para um desportista em outdoor, porque não acrescenta qualquer vantagem informativa, no entanto pode ser solicitada por um utilizador, caso o desejar (por exemplo, “Ok agente, quantos passos? ok”). Note a seguinte figura.



Figura 26 – Testes de interação de utilizadores finais com protótipo de RA

A figura dupla apresentada acima mostra dois cenários, nos tempos 1:39 e 2:25, onde de propósito foram apresentadas informações erradas da direção⁴⁷, no entanto não houve nenhum comentário ou crítica a referi-lo. Igualmente sobre a apresentação da geolocalização (latitude e longitude), os utilizadores finais, não deram nenhum

⁴⁷ O sensor que trata da direção é muito importante no outdoor, de forma a despoletar as indicações de pontos de interesse. Faz reagir o sistema a informar o utilizador onde ele se encontra.

comentário, que sirva para qualificar este tipo de informação, não mostrando qualquer mais-valia aquando a praticar desporto, no entanto, é necessário para o equipamento de RA, como referência geográfica e indexação para os vários estágios de um evento desportivo, pontos de interesse e estado do tempo local.

A disposição das variáveis climáticas, biométricas e geográficas nos vários quadrantes do ecrã dos óculos também é uma sugestão, mas essa sugestão pelo autor é indiferente para o utilizador final, porque foram avaliadas as diferenças de reação e um teste de memória a fim de perceber se haveria alguma vantagem em colocar, por exemplo as variáveis climáticas no canto inferior esquerdo. A próxima tabela indica os resultados quantitativos binários, ou seja, 0 (zero) falso, 1 (verdadeiro) e sinal menos (-) (não respondido).

Questionário A - Tarefas do Protótipo para os End-Users (quantitativo - teste de memória binário após execução de tarefas)														
Variáveis	Questões das Tarefas	Resposta 1	Resposta 2	Resposta 3	Resposta 4	Resposta 5	Resposta 6	Resposta 7	Resposta 8	Resposta 9	Resposta 10	Resposta 11	Resposta 12	Moda Resposta
Climáticas	2.a	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1
	2.b	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	
Biométricas	3.a	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1
	3.b	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	
	3.c	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	
Geográficas	4.a	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
	4.b	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	
	4.c	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
	5.a	1	1	1	1	1	-	1	1	1	0	1	1	
	5.b	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Tabela 5 – Resultado do questionário A em binário

Esta tabela mostra um resultado equilibrado, com o objetivo de perceber o grau de importância das três variáveis informativas.

Finalmente, foram encontradas várias opiniões com texto livre através de entrevistas, as personalidades nacionais e internacionais associadas à informática e à cognição humana, onde foram encontradas por sua opinião e, entre outras coisas, consideraram os dados mais adequados para serem apresentados em desportos ao ar livre, nas caminhadas por exemplo:

- a) Pedro Pinto, doutorando em Estudos de Investigação em Informática Móvel e Onnipresente e Mestrado em Redes e Multimédia pela Universidade da Beira Interior, disse: “A melhor informação a ser apresentada será a que será útil para a sua caminhada e monumentos. Tu podes ver e ouvir histórias da área onde te

encontras. Algo mais cultural. Em BTT informações só sobre a dificuldade de trilhos e caminhos que também são como informações meteorológicas”.

- b) Christiane Perey é diretora-executiva da RA for Business Alliance, participou da conferência “Desafios e Oportunidades de Realidade Aumentada nas Organizações” na Universidade de Lusófona, 11 de dezembro de 2015: “O desenvolvimento de um sistema / solução RA deve sempre começar com Estudos dos requisitos dos utilizadores. Os requisitos do utilizador então definirão quais os dados são mais relevantes. Frequentemente a solução é projetada para uso por muitas pessoas que têm semelhantes, mas não exatamente os mesmos requisitos. Nesses casos, o utilizador devem ser capazes de configurar o sistema com configurações. Além disso, o dispositivo pode detetar o ambiente do utilizador e condições e ajustar”.
- c) Juan Peña (de nacionalidade argentina), professor de espanhol em Portugal - Lisboa, de 57 anos, a sua opinião está em linha com a opinião anterior: “as informações devem ser solicitadas pelo utilizador e não forçadas, ou seja, o utilizador pede (audivelmente), assim que entender a informação que precisa de momento”.
- d) Bruno Ribeiro, profissional de seguros, de 32 anos, não desportista, mas simpatizante dos desportos outdoor, nomeadamente de ciclismo, após interagir com o protótipo e ter visualizado as três versões, sugeriu que a determinada velocidade a informação disponibilizada ao utilizador deverá ir reduzindo gradualmente, ou seja, passar da versão 3 (a que tem mais dados informativos), para a versão 2 ou versão 1 (se a velocidade for extrema), devido à cada vez maior dificuldade de um desportista reagir à informação e às funcionalidades de RA.

Além disso, foram submetidos cinco utilizadores a ambientes mais controlados, silenciosos com ou sem distrações e mostraram um desempenho muito bom, isto é, 60% executaram todas as funcionalidades. Por outro lado, sete utilizadores foram submetidos a um ambiente ruidoso e muito ruidoso, e metade sentiu-se sobrecarregado com

informações e 6 não tiveram qualquer reação às informações apresentadas, embora 5 utilizadores tenham executado com sucesso as funcionalidades de aplicação completamente.

Assim, a presença de ruído ambiental e distrações afetaram negativamente o desempenho dos utilizadores em ambientes externos de desportos outdoor. No entanto, se houver uma educação e habituação de RA prévias vai mitigar as distrações e influenciar positivamente o desempenho dos utilizadores. Também, conforme visto, observou-se que a maioria dos utilizadores teve dificuldades em reagir à última funcionalidade “Ok agente” porque houve maior quantidade de informação antes e depois, o que indica uma sobrecarga de informação e resultou em utilizadores mais lentos.

Assim, pode-se concluir que o equilíbrio e a simplicidade são a chave e a melhor resposta para combater alguma sobrecarga de informação, bem como reduzir o risco potencial de perda de concentração.

De seguida e com base nos trabalhos pesquisados, dos campos da RA, da interação homem-computador e aplicações desportivas, pode-se dizer que se adequam bem a um desportista no outdoor a praticar BTT e caminhadas os dados climáticos, biométricos, geolocalização, medição de trajetos, e telecomunicações. Bem como se adequam bem as cinco funcionalidades a serem utilizadas no outdoor, tais como, tirar uma foto, filmar, comunicar-se, enviar mensagens e falar com o agente (sistema que devolve respostas).

Em seguida, o mockup de RA é um exemplo sugerido que serve para representar um arranjo dos componentes informativos e funcionais.



Figura 27 – Visão prática da informação dada aos atletas

Esta visão pratica e estática sugerida, resulta após a investigação bibliográfica que foi apresentada nos anteriores capítulos e insere-se dentro do tema da realidade aumentada nos desportos outdoor, com questões sobre a sobrecarga de informação e dados informativos que sejam apropriados. A leitura de toda informação reunida, das referências bibliográficas, e como pode ser aplicada, ao “*ciclismo, atletismo e caminhadas*”. A filtragem da investigação teórica e resposta às questões, problemas e constrangimentos com apresentação de dados qualitativos e quantitativos mais apropriados ao utilizador, tais como dados climáticos, estado de saúde, localização, medição de trajetos, gravação, telecomunicações e eventos.

Vamos ver de seguida a tabela dos dados a apresentar nos óculos de RA. Tem os campos do tipo de desporto, dados climáticos, estado de saúde, localização e tempo, medição de trajetos, gravação, telecomunicações, eventos e objetos virtuais.

5.3. A Tabela Sugerida dos Dados a Apresentar nos Óculos de RA

Tipo de Desportos	Dados Climáticos	Estado de Saúde	Localização e Tempo	Medição de Trajetos	Gravação	Telecomunicações	Eventos e Informação Inteligente	Objetos Virtuais
BTT	Temperatura.			Velocidade.				
			GPS.	Posição inicial e final.	Foto.	Comunicação telefónica.	Nome do evento atual.	
Atletismo	Pressão atmosférica.	Ritmo cardíaco.	Bússola.	Velocidade.	Video.	Comunicação radio.	Nome do evento futuro.	
	Altitude.	Gasto calórico.		Conta-passos.		Mensagens SMS.	Notícias.	Agente inteligente
Caminhadas	Humidade relativa.		Cronometro.	Posição inicial e final.	Mensagem.	Mensagens MMS.	Pontos de interesse.	
						Redes sociais.	Conselhos vitais.	

Tabela 6 – Dados que podem ser apresentados nos óculos de RA

Feito por Rui M. Pascoal

Conforme apresentado na tabela 6, os dados a apresentar nos óculos de RA, têm os seguintes campos: tipo de desporto, dados climáticos, estado de saúde, localização e tempo, medição de trajetos, gravação, telecomunicações, eventos e objetos virtuais.

A seguir na tabela 7 é apresenta a capacidade de resposta das funcionalidades do sistema de RA (capacidade de exibição de dados), com internet, ou não.

Internet	Dados Climáticos	Estado de Saúde	Localização e Tempo	Medição de Trajetos	Gravação	Telecomunicações	Eventos e Informação Inteligente	Objetos Virtuais
Offline	X	V	V	V	V	Comunicações rádio	Nome de eventos. Conselhos vitais.	V
Online	V	V	V	V	V	V	V	V

Tabela 7 – Capacidade de resposta das Funcionalidades em Offline/Online

Feito por Rui M. Pascoal

5.4. O Mapa Conceptual de Utilização de Protótipo

Toda a operacionalização das cinco funcionalidades, apresentadas neste capítulo para um utilizador final a praticar desportos outdoor com o auxílio da tecnologia de RA, resulta num mapa conceptual, com o objetivo de perceber conceptualmente, como um todo, o seu funcionamento, deste sistema.

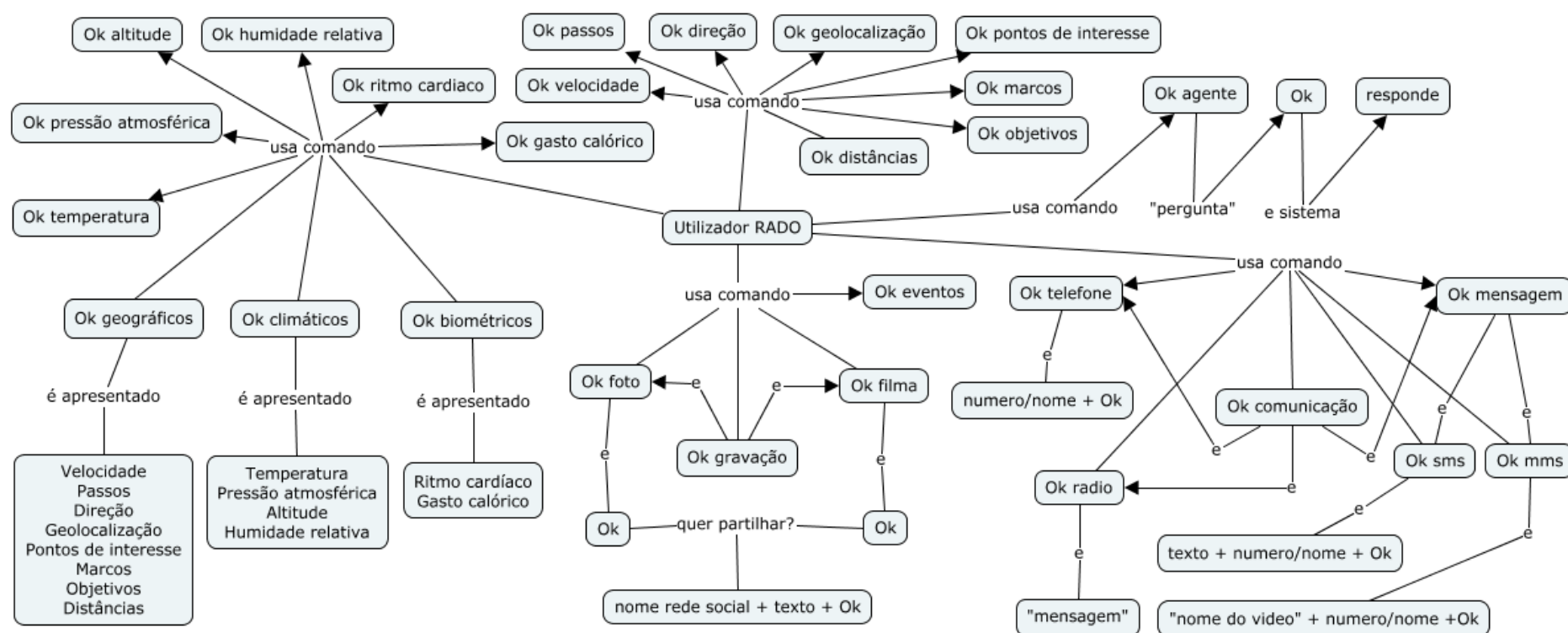


Figura 28 – Mapa Conceptual de Interação Operacional

5.5. As Palavras-Chave de Interação Operacional

De seguida descrevem-se as palavras-chave e atalhos, sugeridos para interagir operacionalmente com o equipamento móvel de RA nos desportos outdoor:

Ok geográficos

Ok geográficos

Ok velocidade

Ok passos

Ok direção

Ok geolocalização

Ok pontos de interesse

Ok marcos

Ok objetivos

Ok distâncias

Ok velocidade

Ok passos

Ok direção

Ok geolocalização

Ok pontos de interesse

Ok marcos

Ok objetivos

Ok distâncias

Ok climáticos

Ok climáticos

Ok temperatura

Ok pressão atmosfera

Ok altitude

Ok humidade relativa

Ok temperatura

Ok pressão atmosfera

Ok altitude

Ok humidade relativa

Ok biométricos

Ok biométricos

Ok ritmo cardíaco

Ok gasto calórico

Ok ritmo cardíaco

Ok gasto calórico

Ok eventos

Ok gravação

Ok foto

Ok

quer partilhar?

nome rede social + texto + Ok

Ok filma

Ok

quer partilhar?

nome rede social + texto + Ok

Ok foto

Ok

quer partilhar?

“nome rede social” + texto + Ok

Ok filma

Ok

quer partilhar?

“nome rede social” + texto + Ok

Ok comunicação

Ok telefone

numero/nome + Ok

Ok radio

“mensagem”

Ok mensagem

Ok sms

“texto” + numero/nome + Ok

Ok mms

“nome do vídeo” + numero/nome + Ok

Ok telefone

numero/nome + Ok

Ok radio

“mensagem”

Ok mensagem

Ok sms

“texto” + numero/nome + Ok

Ok mms

“nome do vídeo” + numero/nome + Ok

Ok sms

“texto” + numero/nome + Ok

Ok mms

“nome do vídeo” + numero/nome + Ok

Ok agente

“pergunta” + Ok/resposta + Ok

Algumas palavras-chave não foram usadas na interação com o protótipo de RA, por exemplo, a partilha de fotos e vídeos nas redes sociais. Pelo motivo de serem irrelevantes para os testes com os utilizadores finais e por saírem do âmbito da investigação. Servem para geração de ideias e futuros trabalhos.

6. Entrevistas e Inquéritos

Sobre entrevistas recorreu-se, a nível nacional e internacional, a personalidades ligadas às tecnologias de realidade aumentada, engenharia das ciências da computação e cognição humana. Tais como:

Alan B. Craig
Ben D. Sawyer
Christiane Perey
Diogo Cabral
Doug Laney
Frederick P. Brooks
Fumio Kishino
George Miller
Guido Moura
Heather F. Ross
Henry Fuchs
João Alfredo
Keiichi Matsuda
Mark Zuckerberg
Nelson Cowan
Paul Milgram
Pedro Pinto
Robson A. Siscoutto
Ronald Azuma

Alguns detalhes biográficos destas personalidades encontram-se ao longo do documento da dissertação, à medida que é desenvolvido o tema da RA nos desportos outdoor. Nas notas finais são encontrados mais detalhes referenciados, tais como o contacto utilizado aquando da entrevista.

Sobre Henry Fuchs, é um colega de Fred Brooks sugerido por ele, que trabalha especificamente na área de realidade aumentada e é cientista da computação na universidade de Utah, EUA - Estados Unidos da América.

Sobre João Alfredoⁱ, é mestre em Redes e Multimédia, encontra-se na empresa InKlusion Entertainment do departamento de desenvolvimento, PARKURBIS - Parque de Ciência e Tecnologia da Covilhã, Portugal. Afirmou-se como investigador em sistemas de realidade aumentada, e apresentou com entusiasmo os equipamentos necessários à implementação de um sistema RA móvel para ser utilizado no exterior, um dos quais foi o conjunto de óculos Moverio BT-200 e BT-300 da Epson® e o dispositivo portátil de comunicação também da Epson®. Estes óculos suportam visão binocular. Por último, descreveu e recomendou utilizar-se a plataforma de desenvolvimento para implementar uma aplicação de RA, por exemplo o Metaio Creator.

Ronald Azumaⁱⁱ respondeu dia 23 de junho de 2016, da seguinte forma:

“What you are asking are research questions without definitive answers. You would have to conduct research to attempt to answer them. Yes, I would assume there is a danger of distraction but precisely what visualizations cause distraction and how badly is not a known answer. Sorry if that doesn't help much but that is the truth.”

O professor Nelson Cowan respondeu dia 23 de junho de 2016, da seguinte forma:

“I am sorry, I am not an expert in the technology you question.”

O professor Henry Fuchs mostrou-se disponível para responder por Skype, para dar a sua opinião, mas té ao momento do término da dissertação não foi possível contactá-lo.

Christiane Pereyⁱⁱⁱ respondeu, da seguinte forma, dia 24 de junho de 2016:

“Thank you for your invitation to participate in your masters’ project research!

I am not an expert in the use of AR for sports or any consumer activities, however, I wish to support the education of people on all AR uses and to encourage research on the topics which you mention (balance of value and risk when presenting information to users) regardless of the use case (professional or personal/sports). See my responses in-line below. Good luck in your continued and I look forward to your participation in the AR industry!

Warm regards,
Christine Perey”

On Jun 23, 2016, at 2:09 PM, Rui Pascoal <ruilupas@gmail.com> wrote:

Dear Christiane Perey,

I trust this e-mail finds you well.

I am a student at Lusófona University, Lisbon, Portugal, <http://www.ulusofona.pt>, and I am current writing a master dissertation entitled: “augmented reality in outdoor sports”, which is to be published by University and a copy to National Library and Observatory of science and higher education, Portugal.

I would like to kindly request an interview by email.

An interview with only four questions:

1. Does the user's attention is dispersed, by information overload in mobile augmented reality glasses and may cause accidents, for example to ride a bike?

“The description of risk due to AR experience can be separated into three issues:

- information on the display obscuring the user's perception of the physical world. This could be a risk if the developer is not advanced in the selection of settings or the tools the developer users are limited. In the future, the whole system will be context aware and detect potential dangers and point them out (not obscure them) to the user in advance and perhaps provide suggestions for how to reduce dangers

- the attention required for the user to absorb and utilize the AR experience exceeds the cognitive load. This is, in my opinion, a more serious problem because the AR delivery system cannot easily predict/know how much cognitive load is needed or available. However, is this problem greater than that of speaking on the phone while driving? what about dangers due to lack of attention to cars due to looking at beautiful scenery (the real world) while riding a bike?

- possible risks due to using devices (displays) that have cables (could get caught on sports equipment).”

2. What are the data, most appropriated, to present and how to present in output, an outdoor sportsman, particularly in the sports biking and trekking?

“The development of an AR system/solution must always begin with studies of the user requirements. The user requirements then will define which data are most relevant. Frequently the solution is designed for use by many people who have similar but not exactly the same requirements. In these cases, the user should be able to configure the system with settings. Also, the device can detect the user’s environment and conditions and adjust.”

3. How to ensure social acceptance of an AR application to be used in outdoors?

“In my opinion the social rejection of Glass is due to the fact that people did not see the benefits (to the one not using the glasses). The best way to reduce the impacts of negative societal response is education. There must be education of the users and those who are not users.”

4. What are the alternatives for communication mobile AR equipment in outdoor if there is no internet access (service unavailable), and/or not always be dependent of it?

“The system can rely on some stored information that is local. Also, the network connection may not be always on but it could connect to Wi-Fi in nearby businesses or even other vehicles (connected cars).

It is the objective of many network operators to provide coverage in all parts of their country in order to be able to sell services. The technology known as “5G” will be less expensive and more likely to reduce the issue which is currently commonplace when not in cities.”

Diogo Cabral^{iv} é uma personalidade ligada às tecnologias de Informação. É desde julho de 2013 e CEO da empresa Forerunner e empresário nacional com futuros projetos internacionais, com lançamentos de aplicações móveis para Android e Iphone. Aceitou ser entrevistado sobre a mais recente aplicação móvel, IZZIB, que serve para informar um utilizador sobre eventos personalizados relevantes e dependentes da sua posição geográfica. As questões colocadas e respondidas em 24 de junho de 2016 foram:

1. Que aceitação social espera ter com a aplicação móvel baseada em geolocalização com a funcionalidade de eventos e dados inteligentes?

“Espero que a aplicação seja viciante nas mãos dos utilizadores e que vá de encontro às suas necessidades lúdicas e profissionais, uma vez que a App vai auxiliar os Artistas e locais de Eventos a divulgarem mais amplamente os seus trabalhos.

Ate agora a reação por parte daqueles que viram o protótipo tem sido excelente. Temos tido muitas propostas de parceria por parte de pessoas e empresas que tem visto o protótipo da app”.

2. Conhece a nova tecnologia de realidade aumentada?

“Conheço perfeitamente”.

3. Pretende no futuro próximo desenvolver um equipamento móvel de realidade aumentada?

“Tenho ideias para desenvolver projetos recorrendo á Realidade Aumentada”.

4. Sendo assim, o protótipo é muito importante para perceber a reação do público?

“Isso ... sim!”

5. Que volume de vendas é espectável ter para uma empresa que introduza no mercado, um par de óculos, óculos esses, de aspeto semelhante ao Google Glass, com a tecnologia de realidade aumentada para serem utilizados nos desportos outdoor do BTT e caminhadas?

“Não sei ... mas o futuro passa obrigatoriamente pela utilização de aplicações de realidade aumentada”.

Mark Zuckerberg cofundador e atual CEO da rede social do Facebook, expressou-se em entrevista em março de 2014, sobre a RA, por dizer: *“Um dia, acreditamos que este tipo de imersão, a realidade aumentada vai se tornar uma parte da vida diária de milhões de pessoas”.* Zuckerberg vê a RA como a próxima plataforma de big computing ou computação grande.

Sobre Pedro Pinto^v, estudante de doutoramento em Research Interests: Mobile and ubiquitous computing e mestre em Redes e Multimédia da universidade da beira interior, respondeu em entrevista às 5 questões levantadas, dia 27/06/2016:

Resposta 1 – “Sim poderá haver alguma distração por parte do utilizador ao andar de bicicleta e poderá causar algum acidente.”

Resposta 2 – “A melhor informação a ser apresentada será aquela que seja útil á sua caminhada e aos monumentos que poderá visualizar e histórias a ouvir da região onde se encontra. Algo mais cultural. No BTT informação apenas sobre a dificuldade dos trilhos e percursos que existem tais como também informações climáticas.”

Resposta 3 – “A melhor forma para ter aceitação será fazer um bom marketing e workshops da aplicação para o público-alvo interagir melhor.”

Resposta 4 – “As alternativas que existem são aparelhos que interagem com a aplicação móvel, podendo mostrar melhor informação. Caso do BTT as pulseiras para medir o seu esforço físico.”

Resposta 5 – “Terá de ser feito um bom levantamento do público-alvo para a aplicação. Um bom layout atrativo e apelativo para os utilizadores. E fazer o levantamento de todas as funcionalidades da aplicação. Por fim uma boa estratégia de marketing para a aplicação ter a aceitação do público.”

Guido Moura em entrevista respondeu às cinco questões:

1 – *“Ao utilizar óculos de realidade aumentada, pretende o utilizador ter acesso á mesma. Como num automóvel, também a informação é para ser tida em conta e descartada a que não tem interesse. Portanto não deverá ficar dispersa, mas sim mais sectorialmente definida.”*

2 – *“No caso do BTT a intenção dos dados será fornecer atempadamente informação pertinente com pelo menos 500 m de avanço. O modo como é apresentada depende do fim a que se destina. Se for reabastecimento deverá ser diferente de trilho a seguir, por exemplo.”*

3 – *“Não há garantias para nenhum produto no mercado e muitas vezes esta aceitação é feita mediante concessões. A eventual oferta de condições de utilização favoráveis a um determinado extrato de utilizadores pode ser a chave do sucesso.”*

4 – *“O acesso por dados ou por 3G. Mesmo o acesso por 2G já deve permitir a fluência da comunicação.”*

5 – *“Para planear temos primeiro que saber quais os objetivos que pretendemos atingir. Mesmo sabendo ao que vamos temos ainda toda uma filtragem de “targets” para fazer, pelo que planeamento só após a definição dos objetivos. O desenho da solução*

pode ser customizado ou estandardizado, dependendo dos objetivos serem aproximados ou não. As características técnicas dependem em primeiro da implementação a efetuar e de seguida da quantidade de dados a transacionar. Deverá existir pelo menos um servidor a processar e fornecer os dados, transmissores para os enviar e recetores para os receber. Este tipo de infraestrutura poderá ter como base as comunicações móveis utilizadas para a leitura de mapas online.”

Outros comentários sobre a RA aconteceram na Universidade Lusófona no final de dezembro de 2015, tais como: *“Vamos ter a realidade aumentada em todo o lado. É um negócio que vai explodir nos próximos cinco ou dez anos”*, vaticinou Nuno Silva⁴⁸. *“Vai fazer esquecer a expressão 'Google it', ou pesquisa no Google. Vai arrumar a internet anárquica que chega até nós. Só vão chegar a nós os conteúdos que nós queremos”*, acrescentou.

Christiane Perey⁴⁹ outra comentadora presente na conferência confirmou essas palavras, por dizer: *“A realidade aumentada ajuda a que o mundo todo seja como uma pesquisa de imagens. Nem tudo no mundo foi digitalizado. Ainda. Mas vai acontecer. Vai ser possível utilizar o reconhecimento do contexto como algoritmo de pesquisa para encontrar coisas, em vez de pesquisar palavras-chave ou falar com a Siri, a assistente de voz do iPhone. Vai bastar olhar para uma câmara para encontrar informação que vá ao encontro dos seus interesses”*.

Contudo, ainda há e continuam a surgir desafios ao crescimento da realidade aumentada. Desde limitações, assim como com as diferentes expectativas entre os fornecedores das tecnologias e os consumidores ou o desconhecimento de como funcionam estas tecnologias, até limitações mais mundanas, como o hardware, a ligação à internet ou a autonomia das baterias. A própria tecnologia pode ser um entrave: *“Com a realidade aumentada tudo é possível, mas a tecnologia ainda é um limite”*, referiu Nuno Silva na conferência de RA. Ainda assim, o futuro passa obrigatoriamente pela realidade aumentada. Concordaram os oradores da conferência na Universidade Lusófona. *“As empresas terão de investir na realidade aumentada para serem mais rápidas e melhores.*

⁴⁸ Nuno Silva é diretor de inovação da empresa IT People Innovation. É um partilhador de casos práticos de Realidade Aumentada ao nível das empresas.

⁴⁹ Christiane Perey é diretora executiva da Realidade Aumentada para a Aliança Empresarial (AR for Enterprise Alliance). Participou na conferência “Desafios e Oportunidades da Realidade Aumentada nas Organizações” na Universidade Lusófona, dia 11 de dezembro de 2015.

Reduzem os erros, reduzem o tempo e provavelmente reduzem o custo, melhorando o desempenho de todos”, afirmou Christiane Perey.

Sobre o inquérito foram levantadas três questões a uma população heterogénea, com nível de idade, localização e educação diversificados, a fim de averiguar o conhecimento da nova tecnologia de realidade aumentada, bem como a sua aceitação social. É uma abordagem qualitativa para reforçar a necessidade de haver uma educação prévia no campo da RA. Aplicaram-se as seguintes perguntas:

Figura 29 – Inquérito gratuito survio

Fonte: survio.com

Os inquéritos foram publicados online, no survio e no google:

- <http://www.survio.com/survey/d/L9A5C9D1K1C5V5Y4Q>
- https://docs.google.com/forms/d/1CJAZRx9ZOaFChmhlv2II_ynK7SON1o6p_cZttnFghM/viewform?c=0&w=1

Os resultados das respostas deste questionário, pelo survio.com, foram:

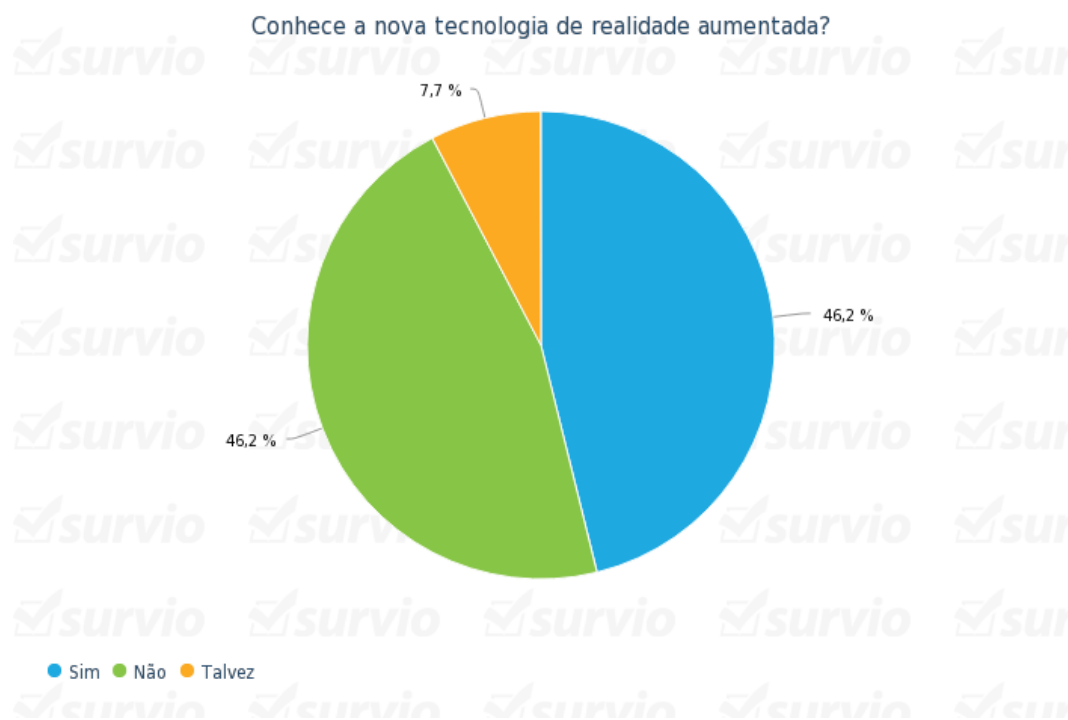


Figura 30 – Resultado da questão 1/3

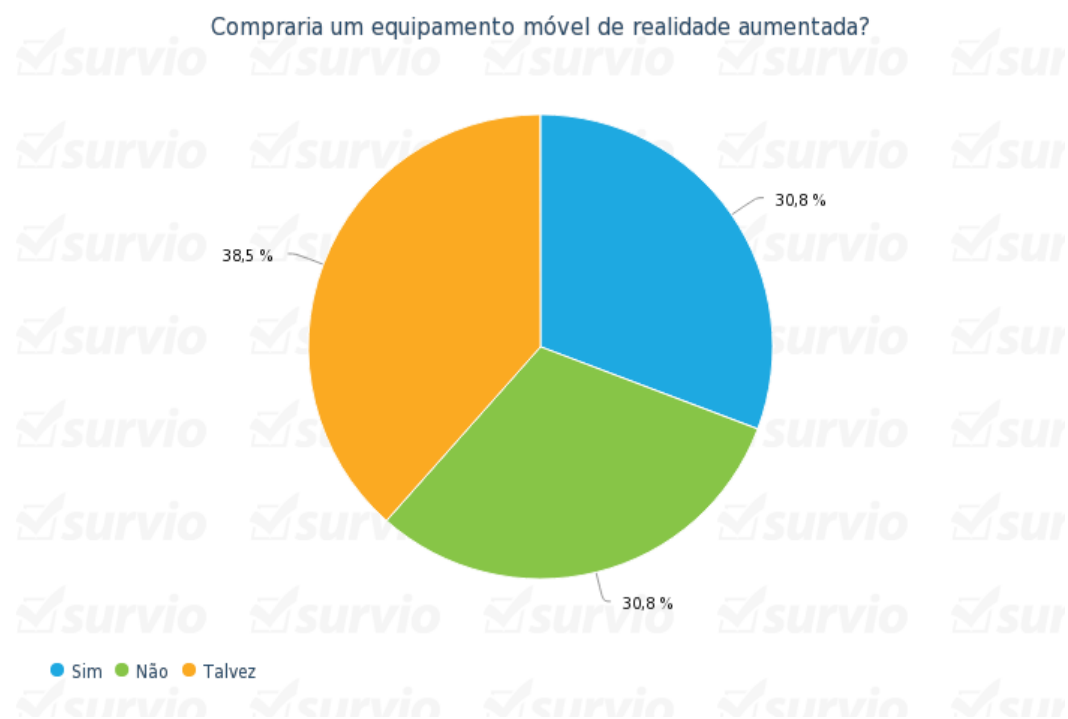


Figura 31 – Resultado da questão 2/3

3 O que esperaria da utilização de um par de óculos com a tecnologia de realidade aumentada nos desportos outdoor de BTT e caminhadas?

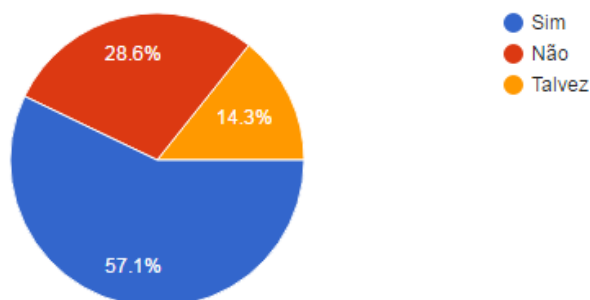
Que me fornecesse algo interativo e informativo em tempo real.	Que me informa-se sobre o ritmo cardíaco, localização e distância percorrida	Não gosto de tecnologia quando pratico desporto	Informação em tempo real. Informação avançada.
Espero utilizar para me informar sobre a localização geográfica e custos calóricos	Esperaria uma maior segurança na medida em que me seria possível observar melhor o percurso que faria.	Maior performance	Esperaria que me permitisse ter uma visão mais pormenorizada e melhor daquilo que observo.
Sem conhecimento não é possível ver vantagens para os mesmos	Claro que compraria, seria uma mais valia.	Não tem interesse	Não sei. Como não conheço e ainda não o pus em prática.
		é uma forma de auxílio e projecção de possíveis cenários reais, seria importante para a evolução da actividade/desportos outdoor.	

Figura 32 – Resultado da questão 3/3

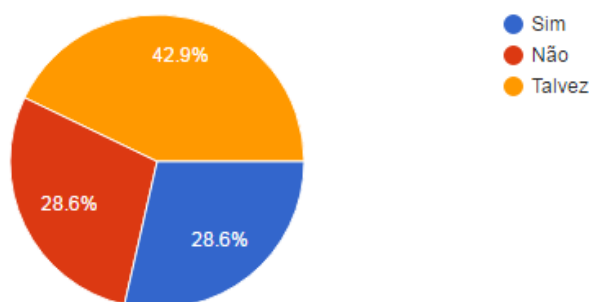
Fonte: survio.com

Os resultados das respostas deste questionário, pelo docs.google.com, foram:

Conhece a nova tecnologia de realidade aumentada? (7 responses)



Compraria um equipamento móvel de realidade aumentada? (7 responses)



3. O que esperaria da utilização de um par de óculos com a tecnologia de realidade aumentada nos desportos outdoor do BTT e caminhadas?

(4 responses)

Informação em real time

Proteger do sol

Sem conhecer as vantagens não é possível saber que benefícios traz na sua utilização

No caso do BTT acharia que tem de ser muito bem repensado, pois as pessoas vão numa bicicleta com uns óculos de realidade aumentada, pode dar alguma distração. No caso das caminhadas seria uma mais valia pois os utentes podem ver mais em pormenor certos aspectos da caminhada.

Figura 33 – Resultados do inquérito Google

Fonte: docs.google.com

Os resultados dos inquéritos foram inconclusivos, e não foram levados em conta para se tirarem conclusões. Mas mantiveram-se os inquéritos para mostrar que o trabalho do autor também passou por esta via.

7. Resultados da Análise de Dados

Os resultados assentam inicialmente na filtragem da investigação teórica sobre a sobrecarga de informação, usabilidade e aceitação social. Percebeu-se que uma educação prévia e uma habituação (vício) ajudam a reduzir dificuldades na utilização da RA especialmente nos desportos outdoor. Por exemplo, para haver aceitação social de um equipamento de RA, os utilizadores necessitam de conhecer a tecnologia, também haver uma interação o mais natural possível e dessa forma também reduzir dificuldades na compreensão da informação apresentada, mas essa informação deve ser em quantidades equilibradas e adequadas, por isso, o protótipo foi adaptado a ter clusters de informação (biométricos, geográficos e climáticos) distribuídos de forma organizada, para os utilizadores reagirem ao apresentado. Quantitativamente, no teste binário (questionário A), foram avaliadas as diferenças de reação e memória, e os resultados foram positivos.

A interação através de voz é mais rápida e fácil de utilizar a conduzir uma bicicleta, mas a interação gestual também pode ser utilizada a praticar atletismo ou a fazer uma caminhada (interação redundante). Conforme vimos, há utilizadores que sentiram sobrecarga de informação quando existem várias tarefas e informações a serem apresentadas ao mesmo tempo. Estes resultados assentam principalmente na pesquisa empírica de campo, com dados obtidos através da observação dos testes de interação com doze utilizadores finais com o protótipo de RA, apresentado no capítulo 5 – Implementação de Interface, que simula um ambiente de desportos outdoor, por exemplo a fazer uma caminhada ou a conduzir uma bicicleta. De início, foi usada uma abordagem quantitativa, no guião de tarefas de protótipo para os end-users. Foram registados os tempos de execução das funcionalidades e a reação à informação apresentada. Depois através de uma abordagem qualitativa final, através de um questionário A, para avaliação do impacto e retenção da informação apresentada e de um questionário B, para avaliar o que sentiram cada um dos utilizadores e qual das três versões preferiram. E por último, foram recolhidas opiniões através de entrevistas e inquéritos a outros utilizadores distintos.

Sobre a interação dos utilizadores reais utilizou-se uma simulação em HTML⁵⁰ com a voz e o rato, conforme é visto na implementação de interface e na seguinte figura.

⁵⁰ O autor da dissertação também implementou em paralelo um protótipo de realidade aumentada em Android Studio para utilização num equipamento móvel android, para apresentação real da tecnologia.

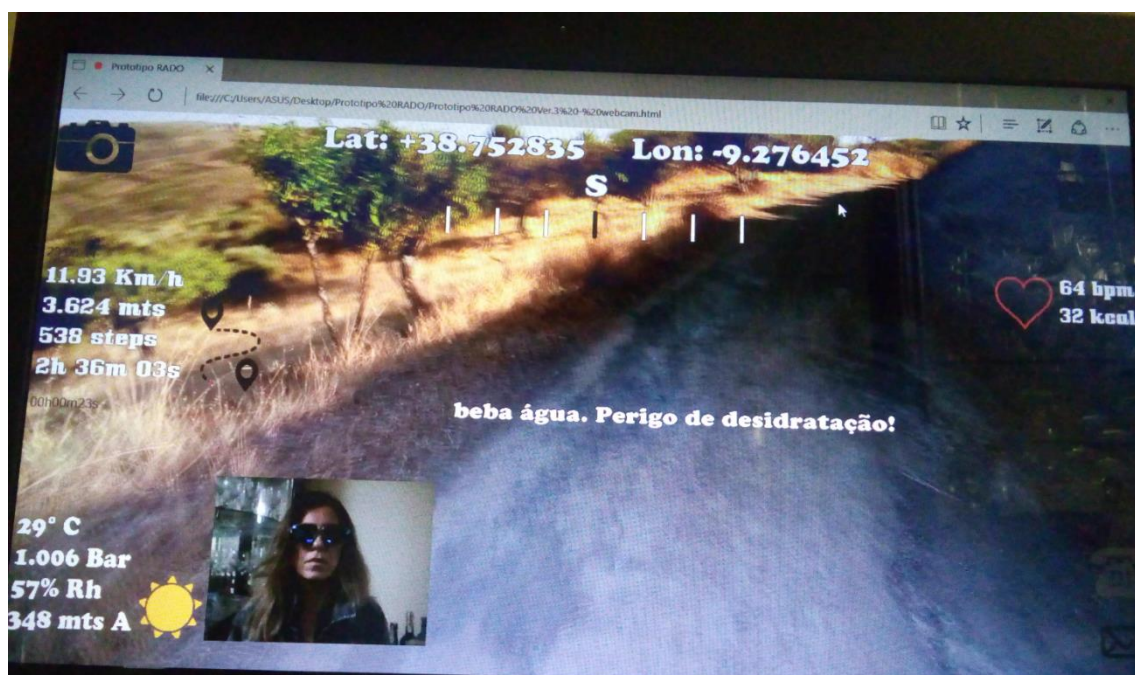


Figura 34 – Interação dos utilizadores finais com protótipo RADO

Foram recolhidos os dados desta interação, para posterior análise, a partir de fontes diretas, ou seja, utilizadores reais que vivenciaram sobre o tema da RADO, os factos e situações e que, causaram diferenciação no entendimento dos mesmos sobre a sobrecarga da informação e a avaliação se determinadas informações são apropriadas e não serem apresentadas a um desportista outdoor a praticar BTT, atletismo ou caminhadas. Foram avaliados os tempos de execução da reação dos utilizadores em segundos.

Os utilizadores finais executaram as tarefas com as cinco funcionalidades da aplicação para os desportos outdoor, as quais são: “Ok foto”, “Ok filma”, “Ok comunicações”⁵¹, “Ok mensagem”⁵² e “Ok agente”. Na usabilidade foram mais rápidos na operação audível em média 1 a 2 segundos do que na forma gestual (interação com o rato). 58,33% dos utilizadores reagiram positivamente à informação apresentada, por exemplo, à informação climática, biométrica, geográfica e de orientação. Constatou-se que a execução da última tarefa – “Ok agente”, imediatamente a seguir à funcionalidade “Ok mensagem”, houve uma degradação da execução da tarefa e 50% dos utilizadores

⁵¹ As subfuncionalidades da funcionalidade “Ok comunicações” são: “Ok telefone” ou “Ok rádio”.

⁵² As subfuncionalidades da funcionalidade “Ok mensagem” são: “Ok sms” ou “Ok mms”.

não cumpriram com o esperado, mas na anterior tarefa 100% dos utilizadores executaram com sucesso.

Esta abordagem seguiu prioritariamente o método quantitativo para dar mais peso às conclusões científicas da investigação. A amostra recolhida foi heterogénea, ou seja, temos utilizadores com idades de 14, 17, 20, 27, 32, 36, 37, 45, 48, 52, e 67 anos. O seu dia-a-dia está enquadrado em diversas atividades, por exemplo, estudantes, auxiliares de ação médica, advogados, professores, profissionais de seguros, técnicos informáticos e reformados.

Sete utilizadores dizem-se desportistas, alguns tiveram uma habituação de utilização do protótipo diversas vezes, ou seja, cinco pessoas tiveram uma educação prévia e um enquadramento da tecnologia de RA mais detalhada, mas sete pessoas não tiveram nenhuma experiência com a tecnologia, sendo a primeira vez que experienciaram o protótipo. Todos os utilizadores foram expostos a diversos ambientes e distrações, pois faz sentido num ambiente externo, não controlado sonicamente falando. Os ambientes que foram apresentados aos utilizadores finais também foram heterogéneos, ou seja, alguns silenciosos, outros silenciosos com distrações, ruidosos com distrações, bastante ruidosos e bastantes ruidosos com distrações.

Nenhum utilizador reagiu a uma informação errada apresentada de propósito, por 2 vezes, ou seja, a informação da direção “Norte”, “Sul”, “Este” e “Oeste”, desta forma, pode-se concluir que este tipo de informação é irrelevante para um desportista em outdoor, não acrescenta qualquer vantagem, no entanto, pode ser solicitada por um utilizador, caso o desejar.

Após os testes quantitativos registou-se qualitativamente a opinião pessoal de cada um dos utilizadores. Com esta abordagem constatou-se a preferência dos utilizadores pela versão 2, onde são apresentados apenas os ícones representativos dos diferentes tipos de informação, sem a informação numérica, e comparando com os resultados quantitativos, ter a informação numérica pode ser indiferente para a maioria dos utilizadores. Houve diversas opiniões qualitativas nesse sentido, o de por exemplo, solicitar uma informação numérica específica através da funcionalidade “Ok agente” (utilizador: Bruno Ribeiro), ou a aplicação ter a capacidade de transitar das versões 3 para a 2 e para a 1 serem dependentes da velocidade do utilizador desportista (utilizador: Juan Peña).

Por último, foram reunidas várias opiniões com texto livre ou de “caixa aberta”, através de entrevistas, a personalidades nacionais e internacionais ligadas às tecnologias de informação e cognição humana, onde se constatou através da sua opinião e entre outros aspetos, quais os dados que foram sugeridos para os desportos outdoor de BTT e caminhadas. Destacaram-se algumas, por exemplo:

Pedro Pinto, estudante de doutoramento em Research Interests: Mobile and ubiquitous computing e mestre em Redes e Multimédia da universidade da beira interior, respondeu em entrevista a 5 questões levantadas, dia 27/06/2016: Resposta 2 – “A melhor informação a ser apresentada será aquela que seja útil á sua caminhada e aos monumentos que poderá visualizar e histórias a ouvir da região onde se encontra. Algo mais cultural. No BTT informação apenas sobre a dificuldade dos trilhos e percursos que existem tais como também informações climáticas.”

Christiane Perey é diretora executiva da Realidade Aumentada para a Aliança Empresarial (AR for Enterprise Alliance). Participou na conferência “Desafios e Oportunidades da Realidade Aumentada nas Organizações” na Universidade Lusófona, dia 11 de dezembro de 2015. Resposta 2: “The development of an AR system/solution must always begin with studies of the user requirements. The user requirements then will define which data are most relevant. Frequently the solution is designed for use by many people who have similar but not exactly the same requirements. In these cases, the user should be able to configure the system with settings. Also, the device can detect the user’s environment and conditions and adjust.”

Juan Peña (Argentino), professor de espanhol em Portugal - Lisboa, de 57 anos, a sua opinião está em linha com a opinião anterior: “as informações devem ser solicitadas pelo utilizador e não forçadas, ou seja, o utilizador pede (audivelmente), assim que entender a informação que precisa de momento”.

Os utilizadores foram agrupados através das variáveis de maior peso, que foram a educação (prévia) e habituação (vício), e a outra foram as “nuances” ou diferenças de ambientes, silenciosos, ruidosos com ou sem distrações que influenciaram o desempenho dos utilizadores. A variável desportista não influenciou significativamente o desempenho.

Na habituação e educação foram 5 utilizadores (41,66 %) que desempenharam todas as funcionalidades (100%) com sucesso. Os utilizadores habituados a utilizar a aplicação reagiram melhor a toda a informação fornecida e executaram as funcionalidades com maior sucesso.

Nos ambientes mais controlados, silenciosos com ou sem distrações foram 5 utilizadores e mostraram um desempenho muito bom, ou seja 60% executaram todas as funcionalidades.

Por outro lado, os utilizadores submetidos a um ambiente ruidoso e bastante ruidoso (7 utilizadores), metade sentiu-se sobrecarregado de informação e os 6 não tiveram qualquer reação à informação, embora tenham executado com sucesso as 5 funcionalidades da aplicação.

A presença de ruído ambiental afetou negativamente o desempenho das tarefas do protótipo num ambiente real, no exterior. No entanto, se existir uma educação prévia e habituação vai atenuar e influenciar positivamente o desempenho.

Observou-se que a maioria dos utilizadores teve dificuldades na reação à última funcionalidade “Ok agente”, por haver maior quantidade de informações, antes e depois, o que indica que quando há maior volume de informação o utilizador fica naturalmente mais lento a reagir, o que vai de encontro aos resultados dos testes efetuados pelos laboratórios MIT apresentados no artigo: “*Google Glass: A Driver Distraction Cause or Cure?*”. Foi observado um custo potencial na concentração dos motoristas simplesmente usando os óculos Glass. Quando existem distrações, por exemplo, os motoristas movem-se mais lentamente, e não conseguem manter-se na faixa da estrada corretamente, mas para compensar o risco de colisão, os motoristas mais experientes mantêm uma distância maior de outros motoristas e obstáculos (Sawyer, 2014).

O componente informativo que enriqueceu grandemente a experiência de RA é a informação inteligente, ou seja, o nome do evento atual, notícias, pontos de interesse ou turísticos, pontos de suporte ou abastecimento, a informação crítica do estado de saúde e o estado do tempo.

Em segundo lugar, os resultados da análise de dados, de toda a investigação, resultaram nas respostas às seguintes questões:

Questão Principal – A atenção do utilizador fica dispersa, devido à sobrecarga de informação, nos óculos de realidade aumentada móvel no exterior a praticar desporto, e em consequência comprometer a usabilidade e os benefícios desta tecnologia?
--

Resposta: Sim, porque o utilizador fica mais lento a reagir quando há maior volume de informação. Há sobrecarga quando existem várias tarefas e informações a serem apresentadas ao mesmo tempo. Na execução da última tarefa – “Ok agente” houve degradação da sua execução e 50% dos utilizadores não cumpriram conforme esperado, mas na anterior tarefa “Ok mensagem” 100% dos utilizadores executaram com sucesso. Esta dificuldade foi atenuada pela interação dos utilizadores através de voz por ser mais rápida e fácil de utilizar (1 a 2 segundos), do que a interação gestual.

A atenção do utilizador é melhorada com uma habituação e educação prévia, por exemplo, 5 pessoas (41,66 % que desempenharam todas as funcionalidades com sucesso) tiveram uma habituação de utilização do protótipo diversas vezes, e tiveram uma educação prévia e um enquadramento da tecnologia de RA mais detalhada (reagiram melhor a toda a informação fornecida), mas sete pessoas não tiveram nenhuma experiência com a tecnologia, sendo a primeira vez que experienciaram o protótipo.

58,33% dos utilizadores reagiram positivamente à informação apresentada, mas nenhum utilizador reagiu a uma informação errada apresentada de propósito, por 2 vezes, (direção “Norte”, “Sul”, “Este” e “Oeste”), desta forma pode-se concluir que este tipo de informação é irrelevante.

Os diversos ambientes (silenciosos, com distrações e ruidosos) também influenciaram a usabilidade e os benefícios da RA, por exemplo, 5 utilizadores submetidos a ambientes silenciosos com ou sem distrações, mostraram um desempenho muito bom, ou seja 60% executaram todas as funcionalidades. Por outro lado, os utilizadores submetidos a um ambiente ruidoso e bastante ruidoso (7 utilizadores), metade sentiu-se sobrecarregado de informação e os 6 não tiveram qualquer reação à informação, embora tenham executado com sucesso as 5 funcionalidades da aplicação.

A presença de ruído ambiental afetou negativamente o desempenho das tarefas do protótipo num ambiente real no exterior. No entanto, se existir uma educação prévia e habituação vai atenuar e influenciar positivamente o desempenho.

Constatou-se a preferência dos utilizadores pela versão 2, onde são apresentados apenas os ícones representativos dos diferentes tipos de informação, sem a informação numérica).

Christiane Perey confirmou a existência de riscos, quando “*informações são apresentadas no visor e ocultam a percepção do utilizador do mundo real,...*” mas “*... o mais grave é a atenção necessária para o utilizador absorver e utilizar a RA exceder a*

carga cognitiva... outros possíveis riscos devido ao uso de dispositivos que têm cabos (poderiam ficar presos no equipamento desportivo)”.

Pedro Pinto disse que *“poderá haver alguma distração por parte do utilizador ao andar de bicicleta e ... causar algum acidente.”*

Ronald Azuma respondeu: *“...eu diria que há um perigo de distração, mas precisamente que visualizações causam distração e quão mal não é uma resposta conhecida.”*

Guido Moura respondeu: *“Ao utilizar óculos de realidade aumentada, pretende o utilizador ter acesso á mesma. Como num automóvel, também a informação é para ser tida em conta e descartada a que não tem interesse. Portanto não deverá ficar dispersa, mas sim mais sectorialmente definida.”*

A atenção é degradada se houver sobrecarga de informação (demasiados elementos informativos) está a ser ultrapassada a capacidade cognitiva natural e compromete a concentração, conforme estudos de George Miller.

Para além das dificuldades de absorção da informação em excesso, também há o perigo de cair na ansiedade da informação conforme descrito por Saul Wurman, stress causado pela incapacidade de aceder, compreender, ou fazer uso das informações necessárias. Também devido a informações pouco organizadas ou mal apresentadas.

A resposta a esta questão foi necessária para explicar que é importante haver critério e equilíbrio na quantidade de informação, e embora existam riscos, ou seja, o potencial de perda de concentração, mesmo assim, há vantagens em usar um sistema de RA. Porque estudos e testes semelhantes com o Google Glass de Ben Sawyer que trabalhou em cooperação com a Força Aérea também constatou perigos de distrações a ler mensagens, originando sobrecarga de informação, e não ter tempo para desviar de um obstáculo, mas utilizar dispositivos auditivos, auriculares e microfones reduz essa sobrecarga. A tática usada pelos utilizadores mais experientes é por se moverem mais lentamente para se manterem na pista corretamente para reduzir o risco de colisão.

Também foram implementadas tecnologias semelhantes à RA no cockpit de aviões, com o objetivo de fornecer informação visual ao piloto sem ele ter que olhar para longe do alvo na frente da aeronave. As pesquisas de Sawyer, et al, com a utilização dos HUD mostraram benefícios mistos: embora a tecnologia faça aumentar o desempenho, há custos, por exemplo, na deteção de obstáculos inesperados.

Outras questões e problemas que circundam a questão principal são, por exemplo, que dados podem ser apresentados que sejam úteis serem apresentados e como os apresentar em output, no âmbito do desporto em outdoor?

Resposta: Para responder é crucial saber o que um desportista que pratica BTT e caminhadas precisa frequentemente. Por exemplo, o que o leva a praticar desporto em outdoor? Viu-se que um desportista pretende saber onde se encontra, bem como o seu estado de saúde, porque a maioria das vezes o que o leva a praticar desporto é por querer fazer exercícios físicos, estar em forma, mas também necessidades sociais, ou se o desportista estiver a competir com outros atletas num evento, quer saber a velocidade e os quilómetros percorridos ou o que falta fazer até ao fim do trajeto. Caso seja uma caminhada e se ele está sozinho e perdido no terreno, quer saber sua orientação, se existe algum ponto de apoio (água, restaurante), ou ponto de interesse turístico. Se ele tem um ritmo cardíaco elevado, o utilizador deve ser informado de quais são as melhores medidas a adotar. Os testes quantitativos mostraram que a informação da direção, latitude e longitude foi irrelevante ser apresentada.

Outro aspeto é a visualização da informação sobreposta no mundo real, onde vários investigadores estudaram a visão periférica e contribuíram para adaptar o dispositivo móvel nos olhos, de modo a ele não obstruir o campo foveal da visão, que é o foco principal no campo de visão humano. Deve haver critérios com as cores utilizadas para as letras e números no visor, não devem dificultar a leitura em diferentes condições de luminosidade. De acordo com a figura 14 (Má visualização das fontes textuais), as cores utilizadas foram o preto com um contorno branco, com o intuito de fazer um contraste, e conseguir-se visualizar de forma adequada no exterior.

As respostas a esta pergunta podem ser obtidas, também por constatar quais são as funcionalidades presentes nos equipamentos de desporto atuais, tais como relógios, aplicações móveis de desporto que apresentam estes componentes, para suprir as necessidades de um desportista que pratica BTT e caminhadas (por exemplo, o relógio da Garmin Fénix® 3 Sapphire HR apresenta informações biométricas, de geolocalização, bússola, altímetro, barómetro, alertas de ritmo, de tempo, de distância, cálculo de calorias, pontos de interesse, rotas, etc). Outras respostas recolhidas por uma abordagem quantitativa, por entrevistas e por inquéritos, para saber a opinião direta quer de entendidos, quer pelo público em geral, bem como pelo senso comum. Por exemplo,

Christiane Perey respondeu a esta pergunta em entrevista, por dizer: *“O desenvolvimento de um sistema de RA/Solução deve sempre começar com os estudos das necessidades dos utilizadores. Os requisitos do utilizador, em seguida, irão definir que dados são mais relevantes. Frequentemente, a solução foi projetada para uso por muitas pessoas, que têm exatamente os mesmos requisitos semelhantes, mas não. Nestes casos, o utilizador deve ser capaz de configurar o sistema com configurações. Além disso, o dispositivo pode detetar o ambiente e as condições do utilizador e ajusta-los.”*

Pedro Pinto respondeu: *“A melhor informação a ser apresentada será aquela que seja útil á sua caminhada e aos monumentos que poderá visualizar e histórias a ouvir da região onde se encontra. Algo mais cultural. No BTT informação apenas sobre a dificuldade dos trilhos e percursos que existem tais como também informações climáticas.”*

Guido Moura respondeu: *“No caso do BTT a intenção dos dados será fornecer atempadamente informação pertinente com pelo menos 500 m de avanço. O modo como é apresentada depende do fim a que se destina. Se for reabastecimento deverá ser diferente de trilho a seguir, por exemplo.”*

Por último, de acordo com a OMS – Organização Mundial da Saúde, é recomendado a adultos saudáveis, das idades entre os 18 - 64 anos, 150 minutos por semana de atividades físicas, que podem ser distribuídas por séries de 10 minutos. *“Inclui por exemplo: caminhadas, natação, bicicleta, tarefas domésticas, ou exercício planeado, no contexto de atividades diárias, familiares e comunidade. A fim de melhorar condicionamento cardiorrespiratório e muscular, a saúde óssea, reduzir o risco de doenças não transmissíveis e depressão ...”* (Fonte: World Health Organization). Sendo assim, sugere-se adotar dados biométricos para os desportos outdoor do BTT e caminhadas, por exemplo, ritmo cardíaco, e gasto calórico. O que resulta também na necessidade de haver sensores para ler dados que estão diretamente ou indiretamente relacionados e que influenciam o estado de saúde do desportista, por exemplo, a temperatura, a pressão atmosférica, a altitude e a humidade relativa, conforme visto na tabela 2 – Dados de cálculo no tópico 3.5. Os Eventos e a Informação Inteligente.

A seguir vamos ver o primeiro problema e constrangimento:

Como garantir a aceitação social de uma aplicação de RA para ser utilizada no exterior?

Resposta: Uma forma de garantir a aceitação social é por corrigir os erros do passado, por exemplo a rejeição social do Google Glass foi originada principalmente com preocupações sobre a privacidade e segurança, depois a ignorância da maioria da população que desconhecia a tecnologia de RA.

Os utilizadores devem ser previamente educados sobre a utilidade de um equipamento de RA para o exterior, conforme visto com os testes quantitativos, a educação prévia e a habituação posteriores da tecnologia melhoraram a execução das funcionalidades e o entendimento das informações apresentadas.

Na abordagem qualitativa, e após testes, os utilizadores finais revelaram a preferência pela versão 2 e 3. Depois, no questionário B registou-se a sua perceção da utilidade e facilidade de uso de um equipamento de RA, bem como, qual é a sua atitude em relação à RA, por exemplo, se acharam apropriadas as funcionalidades e as informações apresentadas, ou se sentiram sobrecarga de informação (50% não gostou do volume de informação).

Os sistemas móveis são constantemente confrontados com problemas de aceitação social ao ir dos laboratórios para a indústria. O professor de ciência da computação da Universidade Atlântica da Florida - Borko Furht, no seu manual de realidade aumentada, disse que para os sistemas serem bem-sucedidos, ou seja, introduzidos no mercado e adquiridos pelo público, os desenvolvedores precisam levar em conta que o dispositivo precisa ter uma interação neutra e ter um visual agradável, por isso nesse sentido, os óculos devem ter um visual comum, serem leves e semelhantes a simples óculos de sol.

Depois percebendo que assim como os telemóveis, tablets, mensagens e chamadas telefónicas foram julgados como sendo distrações, e muitas vezes são considerados como não sendo socialmente aceitáveis, no sentido de que, não só interrompem a pessoa cujo telefone ou tablet está a receber uma mensagem ou lembrar seu proprietário de mais ou menos informações importantes, mas também as outras pessoas presentes na mesma sala, se eles estão tendo uma conversa ou estão num lugar público, como num autocarro. Como resultado, grupos de pesquisa, decidiram que a interação com os sistemas de RA implementados em aplicações móveis precisam ser sutis, discretos e moderados, de modo a não perturbar o utilizador, se estão sob uma alta carga de trabalho e a interrupção, da atividade que estejam a executar, não é a prioridade. Um sistema que é sutil, discreto e moderado torna-se socialmente aceitável. Na verdade,

o principal problema com a aceitação social vem do nível criado de perturbação dos dispositivos portáteis em locais públicos e durante as conversas.

É um desafio convencer as pessoas a usar a tecnologia de RA. O consumidor deve ser incentivado a envolver-se com os avanços tecnológicos inovadores. Visto que cerca de 1/3 da população portuguesa, ou seja, 3.098.300 pessoas, conforme dados do INE pratica exercícios físicos, portanto é educar esta população sobre a RA no desporto. Por ensina-los a interagir com o equipamento de forma natural, porque os dispositivos socialmente aceitáveis são aqueles em que o utilizador é capaz de interagir com eles de uma forma natural. Se a interação entre o utilizador e o dispositivo não for natural, seu uso vai aparecer desajeitado e cair em desinteresse.

Por último, os desenvolvedores de sistemas móveis devem ter em conta as tendências da moda e adaptar o desenvolvimento dos equipamentos às necessidades em constante mudança.

Christiane Perey respondeu: *“Na minha opinião, a rejeição social do Glass é devido ao fato de que as pessoas não verem os benefícios (a não usar os óculos). A melhor maneira de reduzir os impactos da resposta social negativa é a educação. Deve haver educação dos utilizadores e aqueles que não são utilizadores”.*

Pedro Pinto respondeu: *“A melhor forma para ter aceitação será fazer um bom marketing e workshops da aplicação para o público-alvo interagir melhor.”*

Guido Moura respondeu: *“Não há garantias para nenhum produto no mercado e muitas vezes esta aceitação é feita mediante concessões. A eventual oferta de condições de utilização favoráveis a um determinado extrato de utilizadores pode ser a chave do sucesso.”*

Sobre o segundo problema e constrangimento temos:

Que alternativas existem para a comunicação do dispositivo móvel de RA no exterior se não existir acesso à internet?

Resposta: As alternativas são por desenvolver uma aplicação de RA que utilize os sensores internos do equipamento para o exterior. Com o Sistema de Posicionamento Global GPS que utiliza uma rede de 24 satélites para determinar a localização exata no espaço terrestre onde se encontra o utilizador. Se o recetor estiver à vista de quatro ou mais satélites, o sistema pode determinar a latitude, longitude e a altitude, ou seja, em 3 dimensões (3D - localização X, Y e Z).

Deve ser combinado o GPS com o “barcode” ou código de barras, em determinados locais e também combinar com outros métodos de localização, conforme abordados no tópico 3.2. Localização e Referenciação da RA no Outdoor, com o intuito de referenciar a localização, caso não haja acesso à internet, ou seja, identificar os locais de suporte ou metas, para determinar onde deverá ser sobreposta a informação inteligente ou a imagem do objeto virtual.

As tecnologias pervasivas devem ser adaptadas para suporte à geolocalização (Burkhardt, et al, 2001). A Informação Geográfica, como o GIS, que proporcionam a capacidade de analisar, armazenar, manipular e exibir informação geográfica. Também com a localização híbrida que pode ser obtida a partir de vários sensores para uma localização estável de resultados. Por exemplo, através da combinação dos resultados obtidos a partir de GPS e SLAM (Localização e mapeamento simultâneos), pode assegurar a deteção contínua de um local de difícil acesso à internet ou em que um dos sensores pode falhar, ou quando os sinais de satélite são bloqueados num ambiente dinâmico do outdoor, tal como um local de construção, ou um local com bastantes edifícios e que possam bloquear o sinal dos satélites. Este processo de fusão pode aumentar a velocidade de localização para fornecer mais informações de referência geométrica.

Outra alternativa a possíveis falhas de acesso à internet ou até mesmo falhas do sinal GPS são a visão computacional, que deteta padrões e marcas nas imagens capturadas. Pode haver rastreamento ótico com etiquetas para o ajuste da posição e orientação. O ARToolkit dá o acesso completo ao algoritmo de visão computacional, para caber em uma aplicação específica. É especialmente desenvolvido para “Smart Glasses” (Fonte: artoolkit.org/).

Em entrevista Pedro Pinto respondeu: *“As alternativas que existem são aparelhos que interagem com a aplicação móvel, podendo mostrar melhor informação. Caso do BTT as pulseiras para medir o seu esforço físico.”*

Christiane Perey respondeu: *“O sistema pode contar com algumas informações armazenadas que sejam locais. Além disso, a conexão de rede pode não estar sempre ON, mas poder-se-ia conectar ao Wi-Fi a empresas nas proximidades ou mesmo outros veículos (carros conectados). É o objetivo de muitos operadores de rede de fornecer cobertura em todas as partes do seu país, a fim de ser capaz de vender serviços. A*

tecnologia conhecida como "5G" será menos dispendiosa e mais propensa a reduzir o problema que é atualmente comum quando não estiverem em cidades."

Guido Moura respondeu: *"O acesso por dados ou por 3G. Mesmo o acesso por 2G já deve permitir a fluência da comunicação."*

Outras opiniões para qualificar:

Em entrevista Pedro Pinto acrescentou: *"Terá de ser feito um bom levantamento do público-alvo para a aplicação. Um bom layout atrativo e apelativo para os utilizadores. E fazer o levantamento de todas as funcionalidades da aplicação. Por fim uma boa estratégia de marketing para a aplicação ter a aceitação do público."*

Em terceiro lugar, através da implementação de interface, foi estruturada a informação sugerida e melhor indicada a apresentar nos óculos de RADO, originando o mockup que resultou na disposição ideal da informação para o utilizador final.

Estes ingredientes, os resultados da investigação teórica as respostas às questões, problemas e constrangimentos, originou num protótipo e um mapa conceptual. Ou seja, a informação comunicada ao utilizador e a interação necessária para comprovar como ter a melhor usabilidade, aceitação social e benefícios com o mínimo de sobrecarga de informação. Sendo assim, prepararam-se os meios requeridos para planear o desenvolvimento de um sistema móvel real em óculos de realidade aumentada.

É proposto o seguinte enquadramento dos dados - informação e funcionalidades, na seguinte figura:



Figura 35 – Testes de interação de utilizadores finais com protótipo de RA

8. Direções para Futuras Pesquisas

O futuro da RA na vida cotidiana das pessoas vai estar cada vez mais presente. As novas tecnologias devem passar por uma progressiva e por uma maior aceitação da tecnologia de realidade aumentada. Com este trabalho descobriu-se que a tendência imposta passa pela usabilidade, portabilidade, mobilidade e simplicidade sem a sobrecarga de informação. O uso de sistemas de informação é transversal de todas as áreas da sociedade, e será cada vez mais presente o uso deste interface avançado.

A pesquisa feita pelo autor sobre os paradigmas da sobrecarga de informação, aceitação social e usabilidade, abre as portas para uma implementação efetiva de um sistema de realidade aumentada móvel que terá mais hipóteses de ser bem-sucedido a ser introduzido e aceite pelos utilizadores reais em ambientes de desportos no outdoor. Bem como ser capaz de obter o melhor benefício possível desta tecnologia avançada.

O autor está a implementar um protótipo em java (em contante melhoria), em que utiliza a ferramenta de desenvolvimento Android Studio. É capaz de executar as funcionalidades audivelmente, com reconhecimento da língua, a correr em equipamentos móveis Android.

Esta dissertação também serviu de ajuda à investigação do tema da realidade aumentada e para a produção de uma obra literária incluída num livro internacional da editora IGI Global Disseminator of Knowledge. Esta editora lançou o livro com o tema: “Information and Communication Overload in the Digital Age”, onde foi incluído o capítulo: “Information Overload in Augmented Reality - The Outdoor Sports Environments” (Pascoal, R. M., & Guerreiro, S. L. 2017).

O autor e investigador pretende aprofundar mais detalhes da tecnologia da RA no exterior. Quer obter respostas sobre como ter a gestão mais eficiente⁵³ para a indexação da informação com a integração de objetos virtuais baseados na geolocalização dos utilizadores finais e com o desenvolvimento de uma inteligência artificial, para o auxílio do processamento da linguagem natural, depois a agregação dos dados num data warehouse e cubo para o Business Intelligence⁵⁴.

⁵³ Mais eficiente no aspeto de aproveitar os recursos técnicos mais limitados do equipamento móvel de realidade aumentada no exterior em ambientes mais agressivos.

⁵⁴ O Apêndice III e XI, tem a arquitetura de dados e a infraestrutura de suporte que o escritor da dissertação de mestrado elaborou e quer seguir em futuras pesquisas para a realidade aumentada.

9. Conclusão

Este trabalho académico teve como objetivo inicial descrever a tecnologia da RA, os seus componentes, características e recursos para utilizar em ambientes de desportos outdoor. Identificou os problemas da sobrecarga de informação e comunicação e apresentou várias soluções, tais como, a necessidade de equilíbrio e simplicidade na apresentação dos dados.

Os testes quantitativos provaram que a interação áudio é mais rápida que a interação gestual, bem como, quais são as informações sem utilidade para os utilizadores finais, por exemplo, a direção e a geolocalização.

O desenho e implementação do protótipo apresentou as soluções e recomendações através de um conjunto de dados sugeridos para o BTT, atletismo e caminhadas. Através do mockup apresentou-se uma sugestão de disposição da informação e ícones representativos das variáveis geográficas, climáticas e biométricas.

O protótipo serviu para testar os utilizadores finais em ambientes heterogéneos e com sobrecarga de informação variável (versão 1, versão 2, versão 3), bem como, a melhor forma de interagir com as cinco funcionalidades da aplicação de RADO. O resultado foi de que a interação é mais rápida na forma audível com entrada dos comandos operacionais por microfone (exemplo: “Ok foto”), do que pela forma gestual (utilização do rato). Também, verificou-se a existência de sobrecarga quando existem várias tarefas e informações a serem apresentadas ao mesmo tempo.

Foi realçado o estudo de Ben Sawyer do artigo *“Google Glass: A Driver Distraction Cause or Cure?”* como avaliação do potencial de distração durante a condução automóvel a ler ou escrever mensagens de texto e foi estabelecido o paralelo com a condução de uma bicicleta, onde se observou um custo passivo potencial simplesmente por usar os óculos da RA da google. Conforme conclusões do estudo, a concentração dos utilizadores, com multitarefas ficou comprometida. (Sawyer, 2014). O mesmo foi observado com os utilizadores a executarem a última funcionalidade com o protótipo RADO, dificuldade generalizada na execução “Ok agente”.

O mapa conceptual apresentou as palavras-chave para utilizar o protótipo e obtiveram-se bons resultados na sua operacionalização, especialmente os utilizadores que tiveram uma educação e habituação prévias (4 utilizadores).

Foram lançadas as bases para implementar um equipamento de RA móvel para ambientes de desportos no exterior, pouco controlados devido às variáveis de ruído, distrações e potenciais constrangimentos de acesso à internet. Repare na seguinte figura, onde é apresentado um enquadramento das problemáticas investigadas.

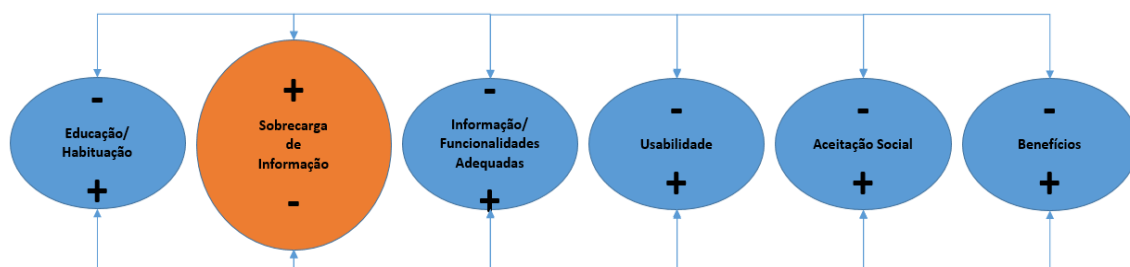


Figura 36 – Enquadramento das problemáticas investigadas

Conforme figura, quando há mais sobrecarga de informação existe menos usabilidade, menos aceitação social e menores benefícios. A sobrecarga de informação é inversamente proporcional a todas as problemáticas investigadas. Como verificado com os testes quantitativos, a educação/habituação e informações/funcionalidades adequadas atenua a sobrecarga de informação, e os utilizadores finais são mais rápidos a interagir com a RADO. A informação da direção, por exemplo, “direção norte”, direção sul” foi indiferente para todos os utilizadores, bem como a apresentação da latitude e longitude.

Este trabalho serve para incentivar o autor da dissertação a continuar o trabalho no tema da realidade aumentada em ambientes externos, por exemplo, qual a melhor forma de gerir a informação inteligente, e as suas múltiplas combinações. Serve para incentivar ao estudo do tema a outros investigadores, ou até mesmo a nível empresarial para desenvolver os protótipos ideais e introduzi-los no mercado, para a evolução da tecnologia de RA.

Ao concluir este projeto como uma obra feita que serve para incentivar e divulgar as boas práticas em planeamento para futuras implementações de aplicações de RA para o outdoor, bem como os interfaces ideais neste domínio. Ou seja, a fim de criar uma obra inovadora e vanguardista. Para construir algo único e útil à sociedade moderna, da área das Tecnologias de Informação e Comunicação.

Por último, esperar que a investigação estimule o autor e outros para originar uma ou mais publicações e aplicações reais de realidade aumentada.

Referências Bibliográficas

Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological review*, 63(2), 81.

Davis Jr, F. D. (1986). *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results* (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).

Woods, A. J., Docherty, T., & Koch, R. (1993, September). Image distortions in stereoscopic video systems. In *IS&T/SPIE's Symposium on Electronic Imaging: Science and Technology* (pp. 36-48). International Society for Optics and Photonics.

Azuma, R., & Bishop, G. (1994, July). Improving static and dynamic registration in an optical see-through HMD. In *Proceedings of the 21st annual conference on Computer graphics and interactive techniques* (pp. 197-204). ACM.

Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1995, December). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In *Photonics for industrial applications* (pp. 282-292). International Society for Optics and Photonics.

Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 6(4), 355-385.

Barry, A. M. (1997). *Visual intelligence: Perception, image, and manipulation in visual communication*. SUNY Press.

Azuma, R., Hoff, B., Neely III, H., & Sarfaty, R. (1999, March). A motion-stabilized outdoor augmented reality system. In *Virtual Reality, 1999. Proceedings., IEEE* (pp. 252-259). IEEE.

Azuma, R. T. (1999). The challenge of making augmented reality work outdoors. *Mixed reality: Merging real and virtual worlds*, 379-390.

You, S., Neumann, U., & Azuma, R. (1999, March). Hybrid inertial and vision tracking for augmented reality registration. In *Virtual Reality, 1999. Proceedings.*, IEEE (pp. 260-267). IEEE.

You, S., Neumann, U., & Azuma, R. (1999). Orientation tracking for outdoor augmented reality registration. *Computer Graphics and Applications*, IEEE, 19(6), 36-42.

Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *Computer Graphics and Applications*, IEEE, 21(6), 34-47.

Burkhardt, J., Schaeck, T., Henn, H., Hepper, S., & Rindtorff, K. (2001). *Pervasive computing: technology and architecture of mobile internet applications*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.

Cowan, N. (2001). Metatheory of storage capacity limits. *Behavioral and brain sciences*, 24(01), 154-176.

Bawden, D., & Robinson, L. (2009). The dark side of information: overload, anxiety and other paradoxes and pathologies. *Journal of information science*, 35(2), 180-191.

Furht, B. (Ed.). (2011). *Handbook of augmented reality*. Springer Science & Business Media.

Wassom, B. D. (2013). IP in an Augmented Reality. *Landslide*, 6, 8.

Chi, H. L., Kang, S. C., & Wang, X. (2013). Research trends and opportunities of augmented reality applications in architecture, engineering, and construction. *Automation in construction*, 33, 116-122.

Craig, A. B. (2013). *Understanding augmented reality: Concepts and applications*. Newnes.

Fitch, G. A., Soccolich, S. A., Guo, F., McClafferty, J., Fang, Y., Olson, R. L., Perez, M. A., Hanowski, R. J., Hankey, J. M., & Dingus, T. A. (2013). The impact of hand-held and hands-free cell smartphone use on driving performance and safety-critical event risk (Report No. DOT HS 811 757). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.

Sawyer, B. D., Finomore, V. S., Calvo, A. A., & Hancock, P. A. (2014). Google Glass A Driver Distraction Cause or Cure?. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 0018720814555723.

Ross, H. F. & Harrison, T. (2016). Augmented Reality Apparel: an Appraisal of Consumer Knowledge, Attitude and Behavioral Intentions. 2016 49th Hawaii International Conference on System Sciences. University of Edinburgh, Business School. pp. 3919-3927.

Serino, M., Cordrey, K., McLaughlin, L., & Milanaik, R. L. (2016). Pokémon Go and augmented virtual reality games: a cautionary commentary for parents and pediatricians. *Current opinion in pediatrics*, 28(5), 673-677.

Pascoal, R. M., & Guerreiro, S. L. (2017). Information Overload in Augmented Reality: The Outdoor Sports Environments. In *Information and Communication Overload in the Digital Age* (pp. 271-301). IGI Global.

Cardoso, A., Júnior, E. A. L., Kirner, C., de Oliveira, L. C., Marques, L., & Lopes, R. A. VISÃO GERAL DE UM FRAMEWORK PARA REALIDADE AUMENTADA EM DIFERENTES NÍVEIS DE ABSTRAÇÃO.

Glossário

Neste glossário estão presentes algumas definições, as restantes estão ao longo do documento.

Framework – Enquadramento ou conjunto de conceitos usados para resolver um problema de um domínio específico. Conceptualmente não se trata de um software executável, mas sim de um modelo de dados para um domínio. Atua onde há funcionalidades comuns a várias aplicações.

Mockup – Maquete, artefacto ou modelo em tamanho real que ainda não foi construído, que exhibe como ficará ou operará. É um modelo mais detalhado do produto final, em que as questões estéticas são importantes e as funcionalidades básicas são demonstradas de forma estática.

Protótipo - Exemplo inicial e *funcional* de um produto. Não tem todas as características planeadas, porque não é o produto final, mas permite ao utilizador interagir como se o fizesse com o produto final real. Dessa forma, não é o *modelo estático* como o Mockup, e sim um simulador com a intenção de planear e, *principalmente*, avaliar critérios de usabilidade e de experiência de utilizador.

RA – Realidade Aumentada sendo uma tecnologia de realidade mista, uma intersecção entre o ambiente real e o ambiente digital ou virtual.

Wireframe – É um modelo digital de algo em que são exibidas apenas linhas e os locais onde elas se unem, ou um plano básico que exhibe apenas os tipos de informação que ele conterá e como essa informação é organizada, mas que não inclui características de desenho como cor ou detalhes específicos. Usados para descrever os artefactos criados para discutir, comunicar e principalmente documentar a estrutura geral. Tais artefactos também são utilizados de forma geral no desenho do produto interativo quando se tem a intenção de planear como as informações serão trocadas entre o utilizador e o sistema durante a interação humano-computador.

Índice Remissivo

- aceitação social, 37, 44
acuidade visual, 65
acuidade visual humana, 64
adaptar a informação, 31
AEC/FM, 8, 60
ambiente dinâmico, 59
ambiente real, 16
ambiente virtual, 16
ambientes complexos, 60
ansiedade da Informação, 32
arquitetura, 23
ARToolkit, 60
arvore virtual, 61
Augmented (hyper) Reality, 33
auscultadores, 63
autoproteção, 45
barcode, 59
biométricas, 54
BMCANVAS, 37
boa percepção, 55
bookmarks, 62
cálculos da agregação, 63
campo foveal da visão, 63
capacidade cognitiva, 34
capacidade da memória, 35
capacidade humana, 34, 49
capacidade limitada, 35
carga de trabalho, 47
ciclistas virtuais, 51
cloud computing, 8, 60
comportamento humano, 55
computador vestível, 44
conselhos vitais, 62
constrangimentos, 24
constrangimentos do excesso de informação, 29
continuum de realidade-virtualidade, 17
convencer os utilizadores, 37
cores e fontes, 74
dados de cálculo, 69
Data Warehouse, 52
detalhes dos participantes, 82
Detalhes dos participantes, 81
discreto e subtil, 44
distração, 45, 48
ecrãs, 48
educação do consumidor, 37
enquadramento contextual, 39
entrevistas, 96
escala optométrica, 65
estereoscopia, 63, 65
estímulos experimentais, 34
estudos psicológicos, 34
ETL, 52
EUA, 96
eventos, 68
exigências cognitivas, 45, 48
fotorrecetores, 64
framework de taxonomia dimensional, 17
função léxica, 35
Gartner, 15
GIS, 59
Google Glass, 24, 38, 44, 67
GPS, 58
HMD, 43
HUD, 46, 47, 112
ícones, 48, 51
IEEE Computer Society, 54
IGI Global Disseminator of Knowledge, 28
informação digital, 16
informação inteligente, 69
informação mínima, 77
informação simplificada e direta, 32
informações virtuais, 16
Information and Communication Overload in the Digital Age, 28
Information Overload in Augmented Reality - The Outdoor Sports Environments, 28
inquérito, 103
inteligência artificial, 52
inteligência cinestésica-corporal, 54
interagir operacionalmente, 93
interface computacional, 16
interface de voz, 48
interferência cognitiva, 49
ISMAR, 54
iWar/ISAR e ISMR, 55
landmarks, 62
latência, 68
latência da rede, 68
legislação, 44

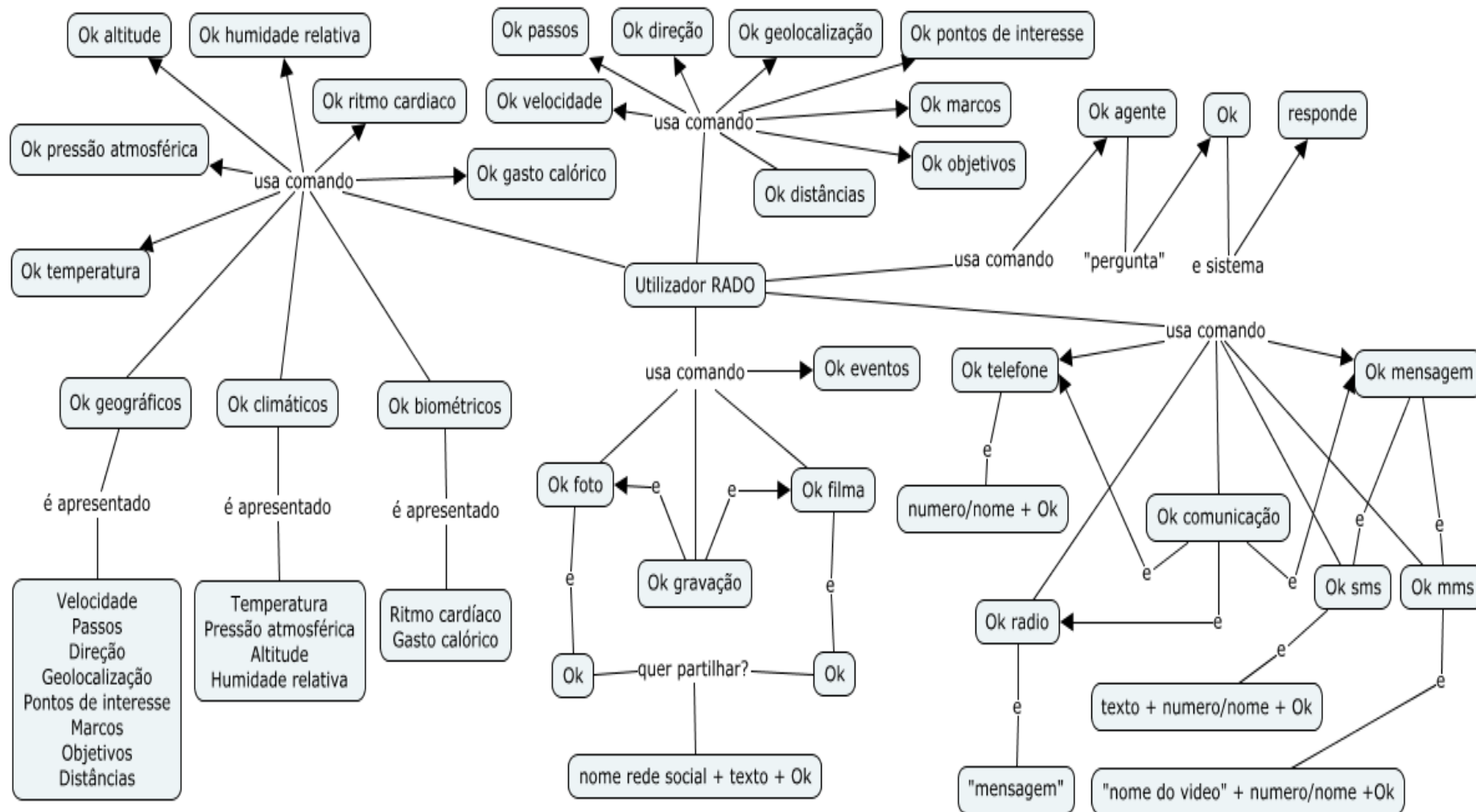
- limites de memória, 34
- linha de visão, 48
- local histórico, 61
- localização, 58
- localização e orientação, 60
- mapa conceptual, 92
- marcadores, 43
- memória, 35
- mentor virtual, 62
- microfone, 63
- moda aceitável, 39
- Msg, 51
- multitarefa, 45
- nível de concentração, 40
- número mágico de sete*, 34, 35
- objeto virtual, 61
- objetos virtuais, 51
- onipresentes, 54
- perceção de profundidade, 67
- perceção visual, 65
- pokemon go, 52
- Pokémon Go, 15
- posição absoluta, 61
- potencial do conjunto, 20
- preferências individuais, 68
- processadores gráficos*, 67
- processamento computacional, 52
- processamento de informações, 34
- processos de interpolação, 58
- propriedades geométricas, 58
- provoca a rejeição, 32
- questionário, 103
- questões específicas, 18
- rastreamento acústico, 55
- realidade mista, 16
- realidade misturada, 17
- recursos computacionais, 67
- referência geométrica, 59
- rejeição social, 38
- respostas, 111
- RFID, 42, 59
- risco de colisão, 45
- robô humano, 43
- rotação ocular, 68
- Samsung Galaxy 7, 15
- satélites, 58
- sensores ativos, 53
- sensores passivos, 53
- simplicidade, 48
- Siri, 62, 102
- Sistemas de Informação Geográfica, 59
- sistemas difusos, 41
- SLAM, 59
- Smart Glasses, 60
- sobrecarga de informação e comunicação, 31, 32
- sobreposição de imagens, 59
- socialmente aceitáveis, 40
- socialmente aceitável, 37
- SWOT, 37
- tamanho administrável, 34
- taxonomia, 17
- techno-dependência, 34
- tecnologia socialmente aceitável, 39
- tecnologias de localização, 57
- tecnologias pervasivas, 59
- Tel, 51
- tendências da moda, 43
- ultra-sons, 55
- utilizadores reais, 38
- UWB, 59
- vergência, 68
- vestível, 24
- visão, 35
- visão binocular*, 66, 97
- visão computacional, 60, 62
- visão periférica, 40
- visor transparente, 35
- volume de dados, 52
- volume de informações, 32

Apêndices

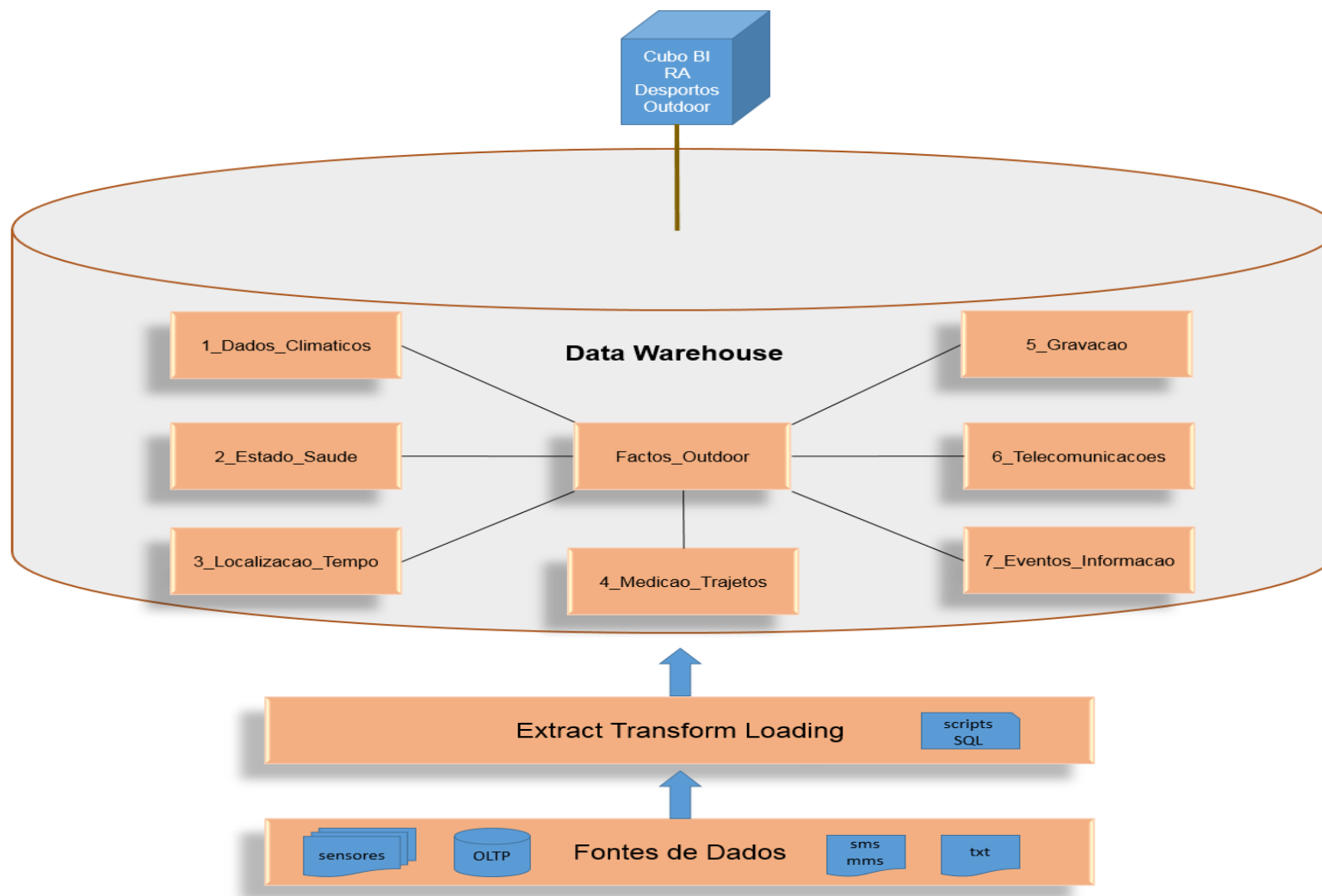
Apêndice I – Mockup de Realidade Aumentada nos Desportos Outdoor



Apêndice II – Mapa Conceptual de Realidade Aumentada nos Desportos Outdoor



Apêndice III – Arquitetura de Dados para a Realidade Aumentada nos Desportos Outdoor



Apêndice IV – Guião de Tarefas do Protótipo para os End-Users (Tratamento Quantitativo)

1- Sobre as funcionalidades (foto, vídeo, comunicação, mensagem, agente).

a) Tirar uma foto (Ok foto, Ok)

Tempo de reação aos 1:20, “Ok foto, Ok” _____

b) Filmar durante 10 segundos (Ok filma, ... Ok)

Tempo de reação aos 1:50, “Ok filma” _____

Tempo de reação aos 2:00, “Ok” _____

c) Comunicação por telefone (Ok telefone, contacto + Ok)

Tempo de reação aos 2:10, “Ok telefone, Alice, Ok” _____

Tempo de reação aos 2:15, “Comunicação indisponível” _____

d) Envio de mensagem SMS (Ok mensagem, Ok sms + mensagem + contacto + Ok)

Tempo de reação aos 3:35, “Ok mensagem. Ok sms” _____

Tempo de reação aos 3:40, “Encontro-me a passar na amendoeira encurvada. Alice. Ok.”

e) Comunicação com o Agente (Ok agente + pergunta + Ok)

Tempo de reação aos 3:45, “Ok agente. Qual a previsão do estado do tempo? Ok” _____

Tempo de reação aos 3:50, “Pressão atmosférica a aumentar, temperatura a baixar e humidade a aumentar” _____

Tempo de reação aos 3:55, “Ok” _____

2- Sobre o Estado do Tempo (clima).

a) Alteração das condições climáticas.

Tempo de reação aos 0:25, “Pressão atmosférica alta, aproxima-se mau tempo...” _____

b) Informação das condições climáticas.

Tempo de reação aos 3:50, “Pressão atmosférica a aumentar, temperatura a baixar e humidade a aumentar” _____

3- Sobre o Estado de Saúde (ritmo cardíaco e gasto calórico).

a) Informação crítica do ritmo cardíaco.

Tempo de reação aos 1:00, “Ritmo cardíaco muito elevado” _____

b) Conselho vital e agir em conformidade.

Tempo de reação aos 1:00, “reduza o esforço ou pare um pouco” _____

c) Conselho vital do gasto calórico elevado.

Tempo de reação aos 5:20, “Consuma uma barra energética, gasto calórico elevado” _____

4- Sobre a Localização Geográfica (metas e objetivo final).

- a) Aproximação de uma meta (fonte romana).

Tempo de reação aos 3:15, “Fonte romana, a 1,5 Km’s” _____

Tempo de reação aos 5:00, “Aproxima-se da fonte romana, a 500 metros, e fim do 2º percurso.” _____

- b) Informação de aproximação gradual duma meta (povoação do Orgal).

Tempo de reação aos 2:50, “Aproxima-se da povoação de Orgal, a 2,1 Km’s.” _____

Tempo de reação aos 4:25, “Povoação do Orgal a 1 Km.” _____

Tempo de reação aos 4:30, “Aproxima-se da povoação do Orgal.” _____

- c) Informação do objetivo final (monte de Castelo Melhor).

Tempo de reação aos 2:40, “Monte de Castelo Melhor, a 4,2 Km’s.” _____

Tempo de reação aos 4:40, “À frente monte de Castelo Melhor” _____

5- Sobre a Orientação (direção do utilizador)

- a) Mudança de direção (sentido contrário a metas ou objetivo final).

Tempo de reação aos 2:35, “Distância do rio Douro, a 2,8 Km’s e do rio Côa, a 3,7 Km’s” _____

- b) Paragem e mudança de direção (a 90 graus).

Tempo de reação aos 0:30, “À esquerda encontra-se o rio Douro entre Barca D’Alva e Vila Nova de Foz Côa” _____

Tempo de reação aos 5:50, “Para a direita miradouro e eira romana, a 350 metros” _____

Nome: _____

Idade: _____

Atividade: _____

Desportista: _____

Apêndice V – Questionário A - Tarefas do Protótipo para os End-Users (Tratamento Quantitativo)

6- Sobre as funcionalidades (foto, vídeo, comunicação, mensagem, agente).

f) Quando utilizou a funcionalidade Ok foto qual foi a função do Ok final, no tempo 1:20?

Responda: Para ativar a funcionalidade foto ou para disparar a obtenção da foto? _____

g) Quando utilizou a funcionalidade Ok filma qual foi a função do Ok final após 10 segundos, no tempo 2:00?

Responda: Para começar a filmar ou para terminar de filmar? _____

h) Quando utilizou a funcionalidade Ok telefone para que serviu dizer Alice + Ok, no tempo 2:10?

Responda: Para falar com sistema e ativa-lo ou para telefonar para contacto Alice e fazer ligação?

i) Quando utilizou a funcionalidade Ok mensagem + Ok sms o que significa Alice + Ok final, no tempo 3:40?

Responda: Enviar mensagem ao sistema e ativa-lo ou indicar contacto a usar e Ok para enviar sms? _____

j) Quando utilizou a funcionalidade Ok agente para que serviu a pergunta + Ok final?

Responda: Questiona o contacto ou grupo e envia ou questiona o sistema para obter respostas?

7- Sobre o Estado do Tempo (clima).

a) Qual a evolução das condições climáticas que se observou, no tempo 0:25?

Responda: Aproxima-se bom tempo ou mau tempo? _____

b) Qual a alteração climática que se observa, no tempo 3:50?

Responda: Aumento ou diminuição de temperatura? _____

8- Sobre o Estado de Saúde (ritmo cardíaco e gasto calórico).

d) Qual foi a Informação crítica recebida do ritmo cardíaco, no tempo 1:00?

Responda: Ritmo cardíaco a baixar ou ritmo cardíaco muito elevado? _____

e) Qual o conselho vital recebido para agir em conformidade, no tempo 1:00?

Responda: Acelere e aumente o esforço ou reduza o esforço ou pare um pouco?

f) Qual foi sua reação sobre o conselho vital sobre o gasto calórico elevado, no tempo 5:20?

Responda: Beba água ou consuma uma barra energética? _____

9- Sobre a Localização Geográfica (metas e objetivo final).

- d) Que informação foi apresentada de aproximação de um local de interesse, nos tempos 3:15 e 5:00?**

Responda: Sobre rio Douro e rio Côa ou sobre fonte romana? _____

- e) Que informação de aproximação gradual duma meta foi apresentada, no tempo 2:50, 4:25 e 4:30?**

Responda: Praia fluvial do rio Côa ou povoação de Orgal? _____

- f) Qual era o objetivo final do evento apresentado, no tempo 2:40 e 4:40?**

Responda: Miradouro e eira romana ou monte de Castelo Melhor? _____

10- Sobre a Orientação (direção do utilizador)

- c) Que mudança de direção aconteceu no sentido contrário a metas e objetivo final, no tempo 2:35?**

Responda: Miradouro e eira romana ou distância do rio Douro, a 2,8 Km's e do rio Côa, a 3,7 Km's? _____

- d) Que paragem e mudança de direção aconteceu, no tempo 5:50?**

Responda: À frente monte de Castelo Melhor ou para a direita miradouro e eira romana, a 350 m? _____

Nome: _____

Idade: _____

Atividade: _____

Desportista: _____

Apêndice VI – Questionário B - Questões de Interação com 3 versões do Protótipo (Tratamento Qualitativo)

(Por favor marque com um “X” a resposta sincera)

- 11- Sobre a informação exposta na aplicação, ajudou-o a perceber o objetivo, e se é apropriado apresenta-la no outdoor?

(exemplo: tempo - 3:25 a 3:30)

Sim __, Não __, Não Sei __.

- 12- Sentiu-se sobrecarregado de informação?

Sim __, Não __, Não Sei __.

Se Sim, em qual das versões?

1 __, 2 __, 3 __.

- 13- Achou que a informação é apropriada para um desportista no outdoor de BTT e caminhadas?

Sim __, Não __, Não Sei __.

- 14- A aplicação ajudou-o a perceber onde estava e como se sentia?

(exemplo: tempo - 2:35, 1:00, 5:20)

Sim __, Não __, Não Sei __.

- 15- A aplicação ajudou-o a perceber a orientação e os pontos de interesse?

Sim __, Não __, Não Sei __.

- 16- As funcionalidades: Foto, vídeo, comunicação, mensagens e agente são adequadas para o outdoor?

(exemplo: tempo - 1:20, 1:50, 2:10, 3:45)?

Sim __, Não __, Não Sei __.

Se Não, quais das funcionalidades acha que não são adequadas?

Foto __, Vídeo __, Comunicação __, Mensagens __.

- 17- A aplicação ajudou a perceber os conselhos vitais e a importância de agir em conformidade?

(exemplo: tempo - 1:00, 5:10)

Sim __, Não __, Não Sei __.

- 18- Ajudou-o a perceber que apesar de em certos momentos não existir comunicação com o servidor, a aplicação continuou a disponibilizar informação relevante?

(exemplo: tempo - 0:40 a 0:50)

Sim __, Não __, Não Sei __.

- 19- Qual a versão que prefere?

1 __, 2 __, 3 __

- 20- Qual a versão acha ser a mais adequada para o outdoor?

1 __, 2 __, 3 __

Nome: _____

Idade: _____

Atividade: _____

Desportista: _____

Obrigado,

Apêndice VII – Código Fonte do Protótipo RADO

i. Protótipo RADO – Versão 1

```
<!DOCTYPE HTML>
<html lang="en, pt-br">

<head>
  <meta charset="utf-8">
  <link rel="stylesheet" href="style.css"/>
  <script language="JavaScript" src="cronoRoute.js"></script>
  <title>Prototipo RADO</title>
</head>

<body>
<div class="content">
  <table width="100%" height="30%" >
    <tr valign="top" align="left">
      <td>
        <br>
        <p id="hora_atual" ></p>
        <span id="hora">00h</span><span id="minuto">00m</span><span
id="segundo">00s</span>
        <br><br><br><br><br>
      </td>
      <td valign="top" align="right">
        <br><br><br><br><br><br><br><br>
        
        <br><br><br><br><br>
      </td>
    </tr>
  </table>
</div>

  <video id="video_RADO" class="video" muted loop>
    <source src="video\video_RADO.mp4" type="video/mp4">
  </video>
  <audio id="audio_RADO" class="audio" >
    <source src="video\audio_RADO.mp3" type="audio/mpeg">
  </audio>

  <script>
  (function() {
    var video = document.getElementById("video_RADO");
    video.addEventListener( "canplay", function() {
      video.play();
    });
  })();
</script>

  <script>
  (function() {
    var audio = document.getElementById("audio_RADO");
    audio.addEventListener( "canplay", function() {
      audio.play();
    });
  })();
</script>

  <script>
  var myVar = setInterval(myTimer, 1000);
  function myTimer() {
    var d = new Date();
    document.getElementById("hora_atual").innerHTML = d.toLocaleTimeString();
  }
</script>
</body>
</html>
```

ii. Protótipo RADO – Versão 2

```
<!DOCTYPE HTML>
<html lang="en, pt-br">
```

```
<head>
  <meta charset="utf-8">
  <link rel="stylesheet" href="style.css"/>
  <script language="JavaScript" src="cronoRoute.js"></script>
  <title>Prototipo RADO</title>
</head>

<body>
<div class="content">
  
  
  <center></center>

  <table width="100%" height="30%" >
    <td valign="top" align="left">
      <br><br><br>
      <p id="hora_atual" ></p>
      <br>
      <span id="hora">00h</span><span id="minuto">00m</span><span
id="segundo">00s</span>
      <br><br><br><br><br><br><br>
      
      <br>
    </td>

    <td valign="top" align="right">
      <br><br><br>
      
      <br><br><br><br><br><br>
      
      <br><br><br>
      <a onclick="window.open('telecommunication.html','name','width=150,height=200')"
target="popup">
      </a>
      <br>
      <a onclick="window.open('Msg.html','name','width=150,height=200')" target="popup">
      </a>
    </td>
  </table>
</div>

<video id="video_RADO" class="video" muted loop>
  <source src="video\video_RADO.mp4" type="video/mp4">
</video>
<audio id="audio_RADO" class="audio" >
  <source src="video\audio_RADO.mp3" type="audio/mpeg">
</audio>

<script>
(function() {
  var video = document.getElementById("video_RADO");
  video.addEventListener( "canplay", function() {
    video.play();
  });
})();
</script>

<script>
(function() {
  var audio = document.getElementById("audio_RADO");
  audio.addEventListener( "canplay", function() {
    audio.play();
  });
})();
</script>

<script>
var myVar = setInterval(myTimer, 1000);

function myTimer() {
  var d = new Date();
```

```
        document.getElementById("hora_atual").innerHTML = d.toLocaleTimeString();
    }
</script>
</body>
</html>
```

iii. Protótipo RADO – Versão 3

```
<!DOCTYPE HTML>
<html lang="en, pt-br">

<head>
    <meta charset="utf-8">
    <link rel="stylesheet" href="style.css"/>
    <script language="JavaScript" src="cronoRoute.js"></script>
    <title>Prototipo RADO</title>
</head>

<body>
<div class="content">
    
    
    <center></center>
    <center></center>

    <table width="100%" height="30%" >
        <td valign="top" align="left">
            <br>
            <p id="hora_atual" ></p>
            
            <br>
            <span id="hora">00h</span><span id="minuto">00m</span><span
            id="segundo">00s</span>

            <br><br><br><br>
            
            
            <br>

        </td>
        <td valign="top" align="right">
            <br>
            
            
            <br><br><br><br>
            
            <br><br><br><br>
            <a onclick="window.open('telecommunication.html','name','width=150,height=200')"
            target="popup">
                </a>
            <br>
            <a onclick="window.open('Msg.html','name','width=150,height=200')" target="popup">
                </a>
            <br>
        </td>
    </table>
</div>

    <video id="video_RADO" class="video" muted loop>
        <source src="video\video_RADO.mp4" type="video/mp4">
    </video>
    <audio id="audio_RADO" class="audio" >
        <source src="video\audio_RADO.mp3" type="audio/mpeg">
    </audio>

    <script>
    (function() {
        var video = document.getElementById("video_RADO");
        video.addEventListener( "canplay", function() {
            video.play();
        });
    })();
</script>
```

```
<script>
(function() {
  var audio = document.getElementById("audio_RADO");
  audio.addEventListener( "canplay", function() {
    audio.play();
  });
})();
</script>

<script>
var myVar = setInterval(myTimer, 1000);

function myTimer() {
  var d = new Date();
  document.getElementById("hora_atual").innerHTML = d.toLocaleTimeString();
}
</script>
</body>
</html>
```

iv. Protótipo RADO – Versão 3 com webcam

```
<!DOCTYPE HTML>
<html lang="en, pt-br">

<head>
  <meta charset="utf-8">
  <link rel="stylesheet" href="style.css"/>
  <script language="JavaScript" src="cronoRoute.js"></script>
  <title>Prototipo RADO</title>
  <link rel="stylesheet" href="webcam.css"/>
  <script src="webcam.js"></script>
</head>

<body>
<div class="content">
  
  
  <center></center>
  <center></center>
  <table width="100%" height="30%" >
    <td valign="top" align="left">
      <br>
      <p id="hora_atual" ></p>
      
      <br>
      <span id="hora">00h</span><span id="minuto">00m</span><span
      id="segundo">00s</span>
      <br><br><br><br>
      
      
      <video id="player" autoplay="true" style="width:260px;height:195px"></video>
      <br>
    </td>
    <td valign="top" align="right">
      <br>
      
      
      <br><br><br><br><br>
      
      <br><br><br><br>
      <a onclick="window.open('telecommunication.html','name','width=150,height=200')"
      target="popup">
        </a>
      <br>
      <a onclick="window.open('Msg.html','name','width=150,height=200')" target="popup">
        </a>
      <br>
    </td>
  </table>
```

```
</div>
<video id="video_RADO" class="video" muted loop>
  <source src="video\video_RADO.mp4" type="video/mp4">
</video>
<audio id="audio_RADO" class="audio" >
  <source src="video\audio_RADO.mp3" type="audio/mpeg">
</audio>

<script>
(function() {
  var video = document.getElementById("video_RADO");
  video.addEventListener( "canplay", function() {
    video.play();
  });
})();
</script>

<script>
(function() {
  var audio = document.getElementById("audio_RADO");
  audio.addEventListener( "canplay", function() {
    audio.play();
  });
})();
</script>

<script>
var myVar = setInterval(myTimer, 1000);
function myTimer() {
  var d = new Date();
  document.getElementById("hora_atual").innerHTML = d.toLocaleTimeString();
}
</script>
</body>
</html>
```

v. webcan.css

```
body {
  margin: 0px;
  padding: 0px;
}
#player {
  width: 25%;
  height: 25%;
}
```

vi. webcam.js

```
(function(){
  var mediaOptions = { audio: false, video: true };
  if (!navigator.getUserMedia) {
    navigator.getUserMedia = navigator.getUserMedia || navigator.webkitGetUserMedia || navigator.mozGetUserMedia || navigator.msGetUserMedia;
  }
  if (!navigator.getUserMedia){
    return alert('getUserMedia not supported in this browser.');
```

```
}
navigator.getUserMedia(mediaOptions, success, function(e) {
  console.log(e);
});
function success(stream){
  var video = document.querySelector("#player");
  video.src = window.URL.createObjectURL(stream);
}
})();
```

vii. telecommunication.html

```
<!DOCTYPE HTML>
<html lang="en, pt-br">
```

```
<head>
<title>Telecomunicações</title>
</head>

<body>
<center><h2>Contactar por:</h2></center>
<table width="100%" height="100%" border = "0" >
  <td valign="center" align="center">
    <a href="telefoneContacto.html">
      
    </a>
  </td>
  <td valign="center" align="center">
    <a href="radioBroadcastMessage.html">
      
    </a>
  </td>
</table>
</body>
</html>
```

viii. telephone.html

```
<!DOCTYPE HTML>
<html lang="en, pt-br">

<head>
<title>Telefone</title>
</head>

<body>
<center></center>
</body>
</html>
```

ix. radio.html

```
<!DOCTYPE HTML>
<html lang="en, pt-br">

<head>
<title>Radio</title>
</head>

<body>
<center></center>
</body>

</html>
```

x. radioBroadcastMessage.html

```
<!DOCTYPE HTML>
<html lang="en, pt-br">

<head>
<title>Telefone</title>
</head>

<body>
<center><h2>Transmita mensagem + OK</h2></center>
<center>
  <a href="radio.html">
    
  </a>
</center>
</body>

</html>
```

xi. cronoRoute.js

```
var intervalo;

function tempo(op) {
    var s = 1;
    var m = 0;
    var h = 0;
    intervalo = window.setInterval(function() {
        if (s == 60) {
            m++; s = 0;
        }
        if (m == 60) {
            h++; s = 0; m = 0;
        }
        if (h < 10) document.getElementById("hora").innerHTML = "0" + h + "h"; else
document.getElementById("hora").innerHTML = h + "h";
        if (s < 10) document.getElementById("segundo").innerHTML = "0" + s + "s"; else
document.getElementById("segundo").innerHTML = s + "s";
        if (m < 10) document.getElementById("minuto").innerHTML = "0" + m + "m"; else
document.getElementById("minuto").innerHTML = m + "m";

        s++;
    },1000);
}
window.onload=tempo;
```

xii. style.css

```
/*!
Styles for full screen background video demo
*/
/* =====
RESETS
===== */
html,
body,
div,
h1,
p,
a,
video {
    margin: 0;
    padding: 0;
}

/* =====
HTML, BODY
===== */
html,
body {
    height: 100%;
}

body {
    font-size: 16px;
    font-family: "Oxygen", sans-serif;
    line-height: 1.5;
}

/* =====
CONTENT
===== */
.content {
    position: relative;
    z-index: 2;
    margin: 0 auto;
}

/* =====
VIDEO
```

```
===== */
.video {
  position: fixed;
  top: 50%;
  left: 50%;
  z-index: 1;
  min-width: 100%;
  min-height: 100%;
  width: auto;
  height: auto;
  -webkit-transform: translate(-50%, -50%);
  -ms-transform: translate(-50%, -50%);
  transform: translate(-50%, -50%);
}
```

xiii. telefoneContacto.html

```
<!DOCTYPE HTML>
<html lang="en, pt-br">

<head>
<title>Telefone</title>
</head>

  <body>
    <center><h2>Soletre contacto + OK</h2></center>
    <center>
      <a href="telefone.html">
        
      </a>
    </center>
  </body>
</html>
```

xiv. sms.html

```
<!DOCTYPE HTML>
<html lang="en, pt-br">

<head>
<title>SMS</title>
</head>

  <body>
    <center></center>
    <center><h4>Soletre contacto + OK</h4></center>
    <center><h4>Soletre mensagem + OK</h4></center>
    <center>
      <a href="a_enviar.html">
        
      </a>
    </center>
  </body>
</html>
```

xv. msg.html

```
<!DOCTYPE HTML>
<html lang="en, pt-br">

  <head>
    <title>Mensagens</title>
  </head>

  <body>
    <center><h2>Mensagem por:</h2></center>
    <table width="100%" height="100%" border = "0" >
      <td valign="center" align="center">
        <a href="sms.html">
          
        </a>
      </td>
    </table>
  </body>
</html>
```

```

                </a>
            </td>
            <td valign="center" align="center">
                <a href="mms.html">
                    
                </a>
            </td>
        </table>
    </body>
</html>
```

xvi. mms.html

```
<!DOCTYPE HTML>
<html lang="en, pt-br">

    <head>
        <title>MMS</title>
    </head>

    <body>
        <center></center>
        <center><h4>Soletre contacto + OK</h4></center>
        <center><h4>Soletre video + OK</h4></center>
        <center>
            <a href="a_enviar.html">
                
            </a>
        </center>
    </body>
</html>
```

xvii. a_envia.html

```
<!DOCTYPE HTML>

<html lang="en, pt-br">

    <head>
        <title>SMS</title>
    </head>

    <body>
        <center><h2>A Enviar Mensagem ...</h2></center>
        <center>
            
        </center>
    </body>
</html>
```

Apêndice VIII – Recolha dos tempos de execução da interação com o Protótipo RADO

Nome	Sexo	Idade	Ambiente/Distração	Habituação/ Education	Desportista Outdoor	Ok foto, Ok	foto - interação rato	Ok filma	filma - interação rato	Ok telefone, Alice, Ok	telefone - interação rato	Ok mensagem, Ok sms	mensagem - interação rato	Ok agente, Qual o estado do tempo? OK	pressão atmosférica a aumentar, temperatura a baixar e humidade a aumentar ... Ok	Sentiu-se sobrecarrega do de informação?
Marta	feminino	36	silencioso	não	não	0,5	1,0	0,5	1,0	4,0	10,0	1,5	10,0	3,0	10,0	não
Luciana	feminino	67	silencioso	sim	não	1,0	1,5	0,5	1,5	1,0	2,0	0,5	2,0	1,0	1,0	não
Francisco	masculino	67	silencioso c/ distrações	não	não	1,5	2,0	1,5	2,0	2,5	3,5	2,0	3,5	2,5	1,0	não
Marlene	feminino	37	silencioso c/ distrações	sim	não	0,5	2,0	0,5	1,0	1,0	5,0	1,0	10,0	1,5	1,0	não
Rute	feminino	17	silencioso c/ distrações	sim	sim	0,5	1,0	1,0	10,0	3,0	4,5	2,5	10,0	3,0	1,0	sim
Fábio	masculino	14	ruidoso c/ distrações	não	sim	1,0	1,5	0,5	1,0	5,0	5,5	1,5	5,0	3,5	3,5	não
Ana	feminino	48	ruidoso c/ distrações	não	sim	1,0	5,0	1,5	1,5	2,5	5,5	3,5	6,5	5,0	10,0	sim
Omar	masculino	27	ruidoso c/ distrações	não	sim	2,0	3,5	1,5	2,0	2,0	3,5	1,5	3,0	2,5	10,0	sim
Samuel	masculino	20	ruidoso c/ distrações	sim	sim	0,5	1,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,0	3,0	2,0	2,0	sim
Bruno	masculino	32	muito ruidoso c/ distrações	não	não	1,5	2,0	1,5	2,0	2,5	4,0	1,0	2,0	1,5	1,0	sim
Agostinho	masculino	45	muito ruidoso c/ distrações	não	sim	3,0	6,5	10,0	10,0	5,0	6,5	3,5	6,5	6,5	10,0	sim
Mendonça	masculino	52	muito ruidoso c/ distrações	não	sim	2,5	3,0	2,5	3,0	3,0	4,5	2,0	10,0	3,5	10,0	não

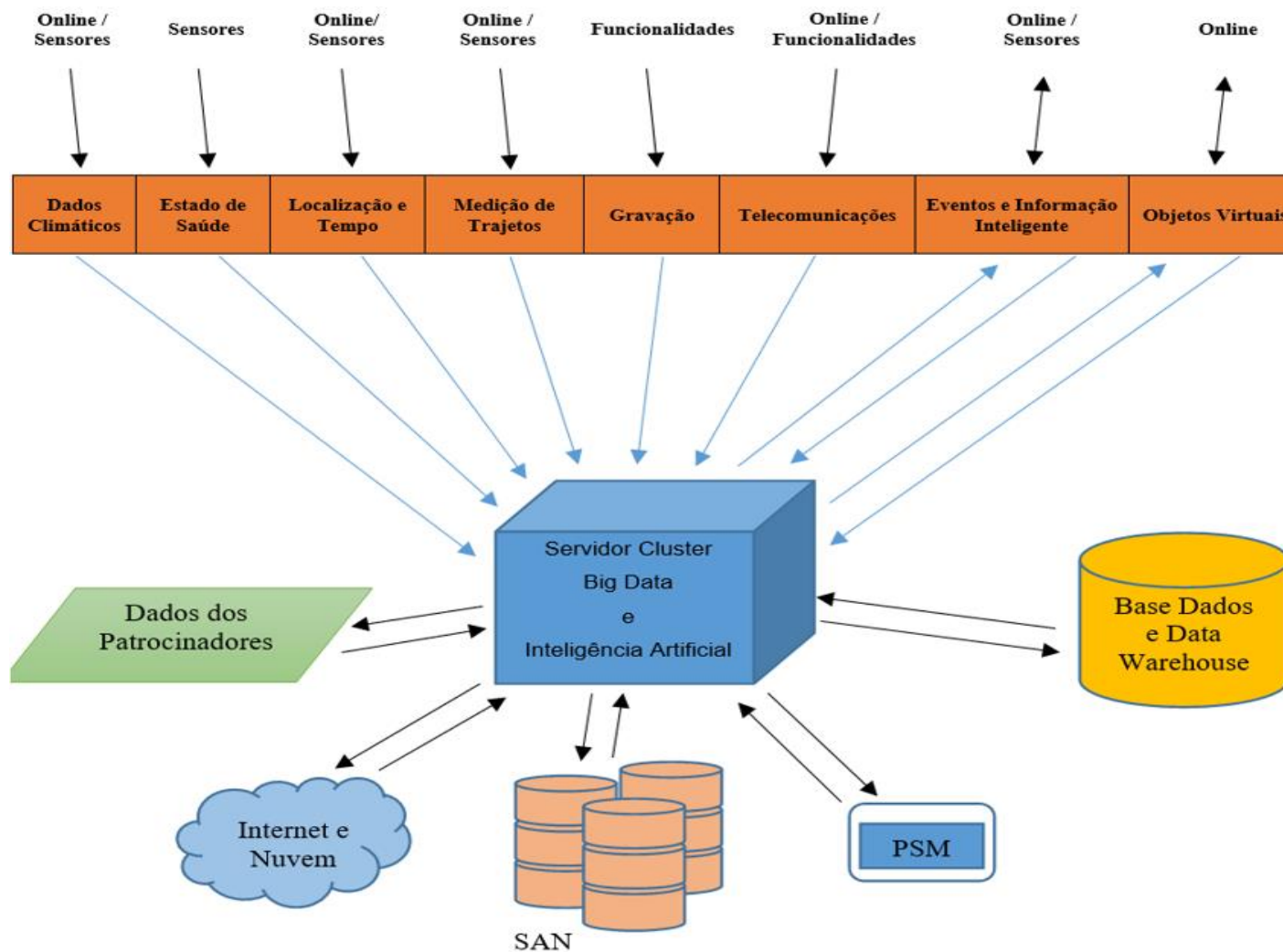
Apêndice IX – Abordagem Qualitativa da Interação com Protótipo RADO

Qualitativo												
Nome	Sobre a informação exposta na aplicação, ajudou-o a perceber o objetivo, e se é apropriado apresentá-la no outdoor?	Sentiu-se sobrecarregado de informação?	Se Sim, em qual das versões?	Achou que a informação é apropriada para um desportista no outdoor de BTT e caminhadas?	A aplicação ajudou-o a perceber onde estava e como se sentia?	A aplicação ajudou-o a perceber a orientação e os pontos de interesse?	As funcionalidades : Foto, vídeo, comunicação, mensagens e agente são adequadas para o outdoor?	Se Não, quais das funcionalidades acha que não são adequadas?	A aplicação ajudou a perceber os conselhos vitais e a importância de agir em conformidade?	Ajudou-o a perceber que apesar de em certos momentos não existir comunicação com o servidor, a aplicação continuou a disponibilizar informação relevante?	Qual a versão que prefere?	Qual a versão acha ser a mais adequada para o outdoor?
Marlene	sim	não	-	sim	sim	sim	sim	-	sim	sim	2	2
Fábio	sim	não	-	sim	sim	sim	sim	-	sim	sim	3	3
Marta	sim	não	-	sim	sim	sim	sim	-	sim	sim	3	3
Samuel	sim	sim	3	sim	não	sim	sim	-	sim	sim	2	2
Rute	sim	sim	3	sim	sim	sim	sim	-	sim	sim	2	2
Ana	sim	sim	3	sim	sim	sim	sim	-	sim	sim	2	2
Bruno	sim	sim	-	não sabe	sim	sim	sim	-	sim	sim	3	3
Agostinho	sim	não	-	sim	sim	sim	sim	-	sim	sim	3	3
Mendonça	sim	não	-	sim	sim	sim	sim	-	sim	sim	-	3
Omar	sim	sim	3	não sabe	sim	sim	sim	-	sim	sim	2	2
Francisco	sim	não	-	sim	sim	sim	sim	-	sim	sim	3	3
Luciana	sim	sim	3	sim	sim	sim	sim	-	sim	sim	2	2; 3

Apêndice X – Abordagem quantitativa-qualitativa da reação à informação do Protótipo RADO

Nome	Sexo	Idade	Ambiente / Distração	Habituação / Educação RADO	Desportista	Reação à Informação (Quantitativo - Qualitativo)													
						Climática (0:25; 3:50)		Biométrica (1:00; 5:20)		Geográfica (3:15; 5:00; 2:50; 4:25; 4:30; 2:40; 4:40)							Orientação (2:35; 0:30; 5:50)		
						Pressão atmosférica alta, aproxima-se mau tempo...	Pressão atmosférica a aumentar, temperatura a baixar e humidade a aumentar	Ritmo cardíaco muito elevado, reduz o esforço ou pare um pouco	Consuma uma barra energética, gasto calórico elevado	Fonte romana, a 1,5 Km's	Aproxima-se da fonte romana, a 500 metros, e fim do 2º percurso	Aproxima-se da povoação de Orgal, a 2,1 Km's	Povoação do Orgal a 1 Km	Aproxima-se da povoação do Orgal	Monte de Castelo Melhor, a 4,2 Km's	À frente monte de Castelo Melhor	Distância do rio Douro, a 2,8 Km's e do rio Côa, a 3,7 Km's	À esquerda encontra-se o rio Douro entre Barca D'Alva e Vila Nova de Foz Côa	Para a direita miradouro e eira romana, a 350 metros
Marlene	feminino	37	silencioso com algumas distrações	sim	não	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,0	0,5	0,5	10,0	0,5	0,5	0,5
Fábio	masculino	14	ruidoso com distrações	não	sim	1,5	3,5	0,5	0,5	1,0	1,5	3,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	1,0
Marta	feminino	36	silencioso	não	não	1,0	10,0	0,5	0,5	0,5	10,0	0,5	10,0	10,0	0,5	1,0	1,0	0,5	5,0
Samuel	masculino	20	ruidoso com distrações	sim	sim	10,0	2,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Rute	feminino	17	silencioso com distrações	sim	sim	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	10,0	0,5	1,0	0,5	0,5	1,0
Ana	feminino	48	ruidoso com distrações	não	sim	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Bruno	masculino	32	bastante ruidoso com distrações	não	não	0,5	1,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Agostinho	masculino	45	bastante ruidoso com distrações	não	sim	10,0	10,0	10,0	10,0	1,0	10,0	10,0	10,0	2,5	1,5	2,0	10,0	1,5	1,5
Mendonça	masculino	52	bastante ruidoso com distrações	não	sim	10,0	10,0	3,0	2,5	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Omar	masculino	27	ruidoso com distrações	não	sim	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Francisco	masculino	67	silencioso com algumas distrações	não	não	0,5	1,0	1,0	1,5	0,5	10,0	1,5	10,0	10,0	1,5	10,0	2,0	10,0	0,5
Luciana	feminino	67	silencioso	sim	não	0,5	1,0	0,5	3,0	0,5	1,5	0,5	0,5	1,0	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Apêndice XI – Wireframe da Infraestrutura de Suporte RADO



Anexos

Anexo I – Estudo Quantitativo (Sawyer, Finomore, Calvo, & Hancock, 2014)

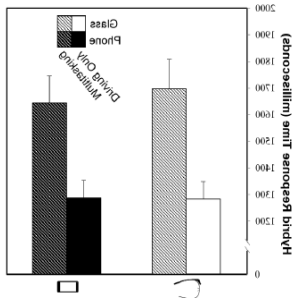


Figure 4. A main effect of load in hybrid response time. Drivers messaging with each device are measured against their performance with the device merely present. Error bars represent within-participant confidence intervals (Consistent, 2002).

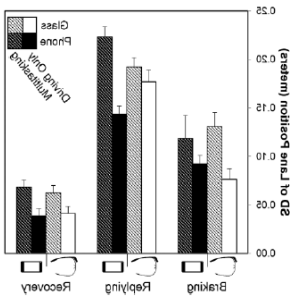


Figure 5. Lane keeping as requested by standard deviation of lane position in a significant three-way within-participants interaction between epoch (driving, replying, and recovery), device (Google Glass, smartphone), and load (multitasking, driving alone). Error bars represent within-participant confidence intervals (Consistent, 2002).

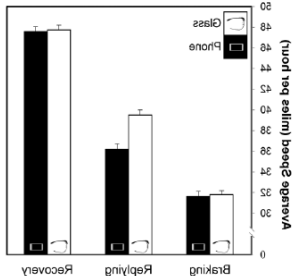


Figure 6. A significant interaction between device and epoch for average speed. Google Glass-driving drivers returned toward the posted roadway speed of 42 mph sooner.

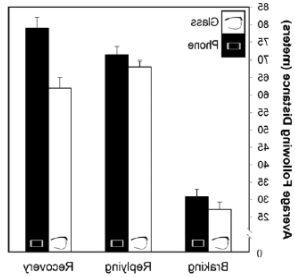


Figure 7. A significant interaction between device and epoch for average following distance. Google Glass-driving drivers adopted a closer following distance, especially in the recovery epoch. Error bars for both figures represent within-participant confidence intervals (Consistent, 2002).

1313

GOOGLE GLASS: DISTRACTION CAUSE OR CURE?

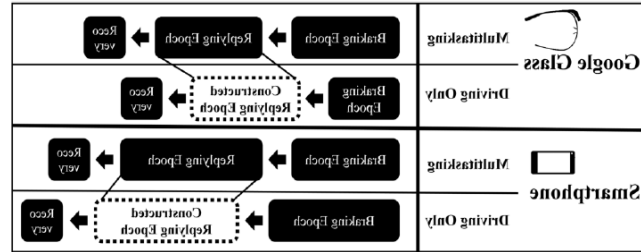


Figure 3. Continuous dependent variables were reported by epoch. The braking epoch spanned the time from brake-to-lowest point of participant speed. The replying epoch spanned the time from the lowest point of speed until the participant looked the device. The recovery epoch spanned 2 seconds directly thereafter. Driving-only-condition replying epochs were constructed to be of the same length as their multitasking-condition replying epoch. Epochs were then compared between devices (Glass, smartphone) and between loads (multitasking, driving only).

TABLE 1: Response Dependent Variables in Brake Event

Dependent Variable	Device	Load	M	SE
HRT (ms)	Google Glass	Multitasking	1,898	110
	Smartphone	Multitasking	1,883	65
TTC _{min} (ms)	Google Glass	Multitasking	1,844	105
	Smartphone	Multitasking	1,888	65
	Google Glass	Multitasking	1,261	15
	Smartphone	Multitasking	1,230	10
	Google Glass	Multitasking	1,252	8
	Smartphone	Multitasking	1,232	10

TABLE 2: Epoch Window Length in Milliseconds

Device	Load	Braking Epoch	Replying Epoch
Glass	Multitasking	2,168	1,755
	Driving only	4,902	1,430
Smartphone	Multitasking	2,337	1,193
	Driving only	2,031	1,471

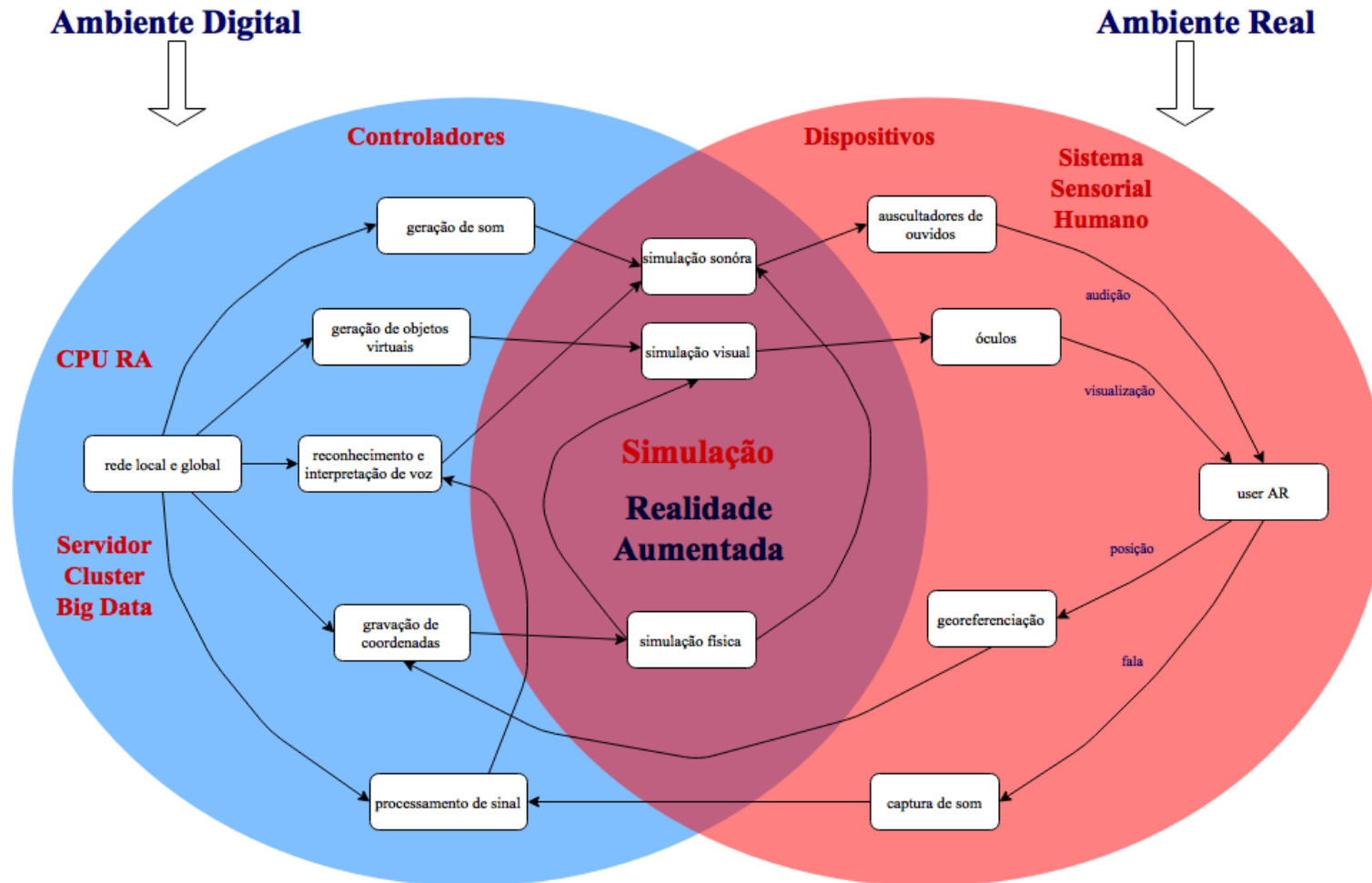
Note. The messaging task was performed only by multitasking drivers and spanned both of the epochs. Mean messaging task length was 33.77 s (SD = 8.97) for Google Glass and 29.26 s (SD = 10.41) for the smartphone. The recovery epoch is not shown here, as it covered 2 s.

TABLE 3: Continuous Dependent Variables by Epoch

Dependent Variable	Device	Load	Braking Epoch	Replying Epoch	Recovery Epoch
SDLP (meters)	Google Glass	Multitasking	0.13	0.01	0.06
	Smartphone	Multitasking	0.08	0.01	0.04
Average speed (mph)	Google Glass	Multitasking	0.12	0.01	0.01
	Smartphone	Multitasking	0.09	0.01	0.04
Average following distance (meters)	Google Glass	Multitasking	30.91	0.47	48.19
	Smartphone	Multitasking	32.73	0.27	47.58
	Google Glass	Multitasking	30.46	0.69	47.79
	Smartphone	Multitasking	32.82	0.25	47.37
	Google Glass	Multitasking	32.56	0.79	47.11
	Smartphone	Multitasking	32.16	0.71	47.02
	Google Glass	Multitasking	32.07	0.74	47.02
	Smartphone	Multitasking	32.38	0.71	47.02

Note. SDLP = standard deviation of lane position. SDLP was significant in the three-way interaction between device, load, and epoch. Average speed and average following distance were both significant in the two-way interaction between device and epoch as well as in the two-way interaction between load and epoch.

Anexo II – Framework Ontológico de Realidade Aumentada nos Desportos Outdoor Adaptado de (Cardoso, Júnior, Kirner, & Oliveira)



Notas Finais

ⁱ João Alfredo foi contactado dia 27 de junho de 2016, por telefone e por e-mail: jalfredodias@gmail.com e dado conhecimento à empresa InKlusion Entertainment do departamento de desenvolvimento via telefone e via e-mail: jobs@inklusion-entertainment.com, web-page: <http://www.inklusion-entertainment.com/contact-us.php> PARKURBIS - Parque de Ciência e Tecnologia da Covilhã, 6200-865 Covilhã, Portugal. Telefone: (+351) 275 957 018

ⁱⁱ Ronald Azuma foi contactado por e-mail: ronald.azuma@gmail.com, dia 23 de junho de 2016.

ⁱⁱⁱ Christiane Perey foi entrevistada dia 24 de junho de 2016 por e-mail: cperey@perey.com

^{iv} Diogo Cabral foi contactado por telefone 91 9449892 e por e-mail: diogo.cabral@forerunner.pt, drfpgc@hotmail.com

^v Pedro Pinto foi contactado por e-mail: pedro.pinto@ubi.pt.