



INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA
INSTITUTO SUPERIOR DE CONTABILIDADE E ADMINISTRAÇÃO DE COIMBRA

O futuro da *Wearable Technology*: o estudo de caso da área médica

André de Jesus Viegas

Orientadora: Prof.^a Doutora Isabel Maria Mendes Pedrosa, Professora Adjunta

Coorientadora: Prof.^a Doutora Maria Madalena Eça Guimarães de Abreu, Professora Adjunta

COIMBRA

Outubro 2016



INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA
INSTITUTO SUPERIOR DE CONTABILIDADE E ADMINISTRAÇÃO DE COIMBRA

O futuro da *Wearable Technology*: o estudo de caso da área médica

André de Jesus Viegas

Projeto submetido como requisito parcial para obtenção do grau de

Mestre em Sistemas de Informação de Gestão

Orientadora: Prof.^a Doutora Isabel Maria Mendes Pedrosa, Professora Adjunta

Coorientadora: Prof.^a Doutora Maria Madalena Eça Guimarães de Abreu, Professora Adjunta

COIMBRA

Outubro 2016

Agradecimentos

A realização de um trabalho desta natureza não é possível, obviamente, sem a ajuda e colaboração de outras pessoas e, assim sendo, não poderia deixar de nomear algumas delas.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer às minhas orientadoras pela disponibilidade e paciência durante este percurso. Em especial, à minha orientadora Professora Isabel Pedrosa por ter acreditado em mim desde o início, por me ter motivado e por estar sempre a exigir que eu desse sempre o melhor de mim ainda antes de eu próprio perceber que poderia realizar este trabalho até ao fim. Quero agradecer profundamente o seu entusiasmo, perseverança, imensa disponibilidade e prontidão em responder às minhas inúmeras questões, permitindo que eu me tenha mantido fiel nesta empreitada. Também estendo este agradecimento à Professora Madalena Abreu pelo entusiasmo e pela energia que manifestou.

Gostaria também de agradecer aos diferentes elementos do ISCAC que permitiram que este trabalho fosse possível.

Agradeço também aos meus colegas deste mestrado, nomeadamente ao Hugo Faria e à Daniela Dias, que também sempre me deram o seu apoio e sempre me ajudaram disponibilizando material útil.

Agradeço, de forma particular, às pessoas que responderam às entrevistas, mostrando-se prontas e diligentes em ajudar-me a responder às minhas questões as quais se revelaram imprescindíveis para a compreensão mais aprofundada do tema em contexto prático e diário de trabalho. Ao restante pessoal da área da saúde que atravessou este meu trabalho, e a todos quantos, e anonimamente, responderam ao inquérito.

Quero também agradecer a todos os meus colegas e amigos fora o ISCAC que me apoiaram e me deram força para continuar a batalhar e que nunca me deixaram desistir, em especial quero agradecer ao Rui Pombinha, ao Miguel Custódio, ao Bruno Ministro, à Daniela Martins e à Joana Queirós pois, mesmo estando longe de mim, sempre me deram força para continuar e terminar este projeto.

Quero ainda deixar um obrigado muito especial à minha família, pois sem o apoio e o suporte deles o meu percurso académico não seria o mesmo. Sem a força que eles me transmitiram nada disto seria possível.

Resumo

Atualmente, existe um número crescente de acessórios tecnológicos incorporados nos objetos mais comuns da nossa vida como é o exemplo de um par de óculos, um anel, ou uma camisa. Esta inovação consiste basicamente na miniaturização dos componentes tecnológicos que são adaptados/acoplados aos acessórios que usamos no dia-a-dia. Com efeito, este conceito de *Wearable Technology* consiste na incorporação de componentes tecnológicos em acessórios de roupa, produtos que usamos ou em objetos que transportamos. Implica isto que a *Wearable Technology* se apresenta como uma subárea da *Internet of Things* visto que incorpora objetos físicos com sensores e *software*, permitindo que esses objetos troquem dados com um servidor ou com outro dispositivo sem necessidade de intervenção humana. Adicionalmente, as *Wearable Technologies* têm sido cada vez mais aplicadas na área da saúde com sucesso.

Como se tem vindo a constatar, o nosso país apresenta uma falta de resposta nos seus serviços de saúde, nomeadamente nos hospitais e nos centros de saúde, face ao que diferentes atores dizem ser necessário e desejável.

Neste contexto, o principal objetivo desta dissertação é identificar o nível de utilização e as oportunidades que as *Wearable Technologies* trazem para a área da saúde. Esta proposta parte principalmente destas duas evidências: (1) a quantidade de propostas já existentes no mercado para esta área de negócio e (2) o aumento do número de utentes que esperam para ser atendidos nos hospitais e centros de saúde, e que poderiam facilmente ser monitorizados a distância.

De forma a permitir atingir o objetivo proposto, a presente dissertação investiga e descreve o que já é possível fazer com esta tecnologia, com um foco especial na área da saúde. Numa segunda fase, desenvolve uma recolha de informação, ou seja, são conduzidas entrevistas a especialistas na área médica para melhor perceber a sua posição e nível de conhecimentos em relação à *Wearable Technology*. Faz, ainda, parte desta fase a recolha de informação através de inquéritos *on-line* destinados a profissionais de saúde e à população em geral, de modo a confirmar a informação obtida nas entrevistas exploratórias.

Conclui-se, assim, que a *Wearable Technology* tem um futuro junto do público em geral na área da saúde, concretamente em Portugal, e que não se trata apenas de mais um “gadget” desta geração.

Palavras-chave: *Wearable Technology*, *Internet of Things*, Saúde,

Abstract

Nowadays, there are in the market a growing number of technological accessories that are incorporated in the most common objects of our daily life, being as an example a pair of glasses, a ring, or a shirt.

This innovation lies basically in the miniaturization of technology components that are tailored and coupled to accessories that we use in day-to-day basis. This *Wearable Technology* concept is thus the incorporation of technological components in our clothing accessories or other kind of products we do use or carry with us. This also means that the *Wearable Technology* reality is a sub set of the *Internet of Things*, since it incorporates physical objects with sensors and *software*, enabling these objects to exchange data with a server or another device without the human intervention. Additionally, the *Wearable Technologies* has been increasingly applied in health successfully.

Moreover, our country has a lack of response in health care, particularly in hospitals and health centres, given the population needs.

And so the main objective of this work is to identify the level of use and the opportunities that *Wearable Technologies* bring to the health sector. This work proposal arrives mainly because of two reasons: (1) the number of existing proposals in the market for sector and (2) the increasing number of patients waiting at our hospitals and health centres, and they could easily be monitored from a distance instead.

In order to achieve this goal, this dissertation investigates and describes what is already done with this technology, with a special focus on health. Secondly, this work develops an information collection, begin with a set of interviews expert in the medical area in order to better understand its position and level of knowledge regarding the *Wearable Technology*. This block goes on with the collection of information through *on-line* surveys focusing health professionals and also the public in general, in order to confirm, or not, the information obtained in the exploratory interviews.

The conclusion of this work is that the *Wearable Technology* has a future with the general public in the health sector, particularly in Portugal, and that this is not just another "gadget" of this generation.

Keywords: *Wearable Technology*, *Internet of Things*, health sector,

Índice geral

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Introdução | 1 |
| 1.1 | Enquadramento | 1 |
| 1.2 | Motivação e pertinência | 2 |
| 1.3 | Objetivos do projeto | 2 |
| 1.4 | Metodologia de investigação | 3 |
| 1.5 | Principais contributos deste trabalho | 4 |
| 1.6 | Estrutura do relatório | 4 |
| 2 | Estado da Arte..... | 5 |
| 2.1 | <i>Wearable Technology</i> : perspetiva genérica | 5 |
| 2.2 | Google Glass | 8 |
| 2.3 | eTextiles..... | 11 |
| 2.3.1 | Smart Shirt | 12 |
| 2.3.2 | Argot, a luva com um teclado..... | 14 |
| 2.3.3 | Smartwatch..... | 16 |
| 2.4 | <i>Wearable Technology</i> – Saúde e monitorização | 17 |
| 2.4.1 | <i>Smart Scarf</i> | 22 |
| 2.4.2 | Aplicações clínicas | 23 |
| 2.4.3 | Uso de <i>Wearable Technology</i> na reabilitação de pacientes que tiveram AVC | 23 |
| 2.4.4 | Tratamento para Parkinson | 24 |
| 2.4.5 | Enteroscopia com o uso de <i>Wearable Technologies</i> | 25 |
| 2.4.6 | Utilização de uma aplicação móvel para diabetes | 27 |
| 2.5 | Conclusão do Estado da Arte..... | 27 |
| 3 | Métodos e resultados..... | 28 |
| 3.1 | Entrevistas Exploratórias | 29 |
| 3.1.1 | Objetivo e instrumento | 29 |

| | | |
|---------------|---|-----------|
| 3.1.2 | Resultados das entrevistas exploratórias..... | 29 |
| 3.2 | Questionário <i>on-line</i> | 30 |
| 3.2.1 | Objetivo e instrumento | 30 |
| 3.2.2 | Resultados do questionário <i>on-line</i> | 31 |
| 4 | Discussão dos Resultados | 37 |
| 4.1 | Discussão das Entrevistas Exploratórias..... | 37 |
| 4.2 | Discussão dos inquéritos <i>on-line</i> | 38 |
| 5 | Conclusões e trabalho futuro | 39 |
| 6 | Referências bibliográficas | 41 |
| Anexos | 44 | |
| Anexo A. | Guião de Entrevistas Exploratórias..... | 44 |
| Anexo B. | Inquéritos <i>On-line</i> | 46 |
| Anexo C. | Tabela de Respostas de Entrevistas Exploratórias..... | 50 |
| Anexo D. | Artigo publicado na 11.ª CISTI, Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias da Informação | 55 |

Índice de tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Comparação entre diversos <i>smartwatches</i> e suas plataformas..... | 17 |
| Tabela 2 - Vantagens e Desvantagens da Endoscopia por cápsula | 26 |

Índice de Gráficos

| | |
|---|----|
| Gráfico 1: Habilitações Académicas dos participantes no questionário on-line..... | 32 |
| Gráfico 2: Conhecimento das <i>Wearable Technologies</i> em todos os respondentes ... | 33 |
| Gráfico 3: Utilização diária de WTs por parte de pessoal da área da saúde | 34 |
| Gráfico 4: Contextos de utilização das <i>Wearable Technologies</i> | 34 |
| Gráfico 5: Monitorização contínua, 24h/dia | 35 |
| Gráfico 6: Barreiras à utilização das WTs | 35 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Relógio Calculadora | 6 |
| Figura 2 - Spy Tie..... | 7 |
| Figura 3 - Google Glass | 11 |
| Figura 4- MIThril | 13 |
| Figura 5 - Arquitetura u-Healthcare com uma Smart Shirt | 14 |
| Figura 6 - Luva Argot, Argot: A Wearable One-Handed Keyboard Glove | 15 |
| Figura 7 - Twiddler 2..... | 15 |
| Figura 8 - Mapa das teclas do Argot..... | 16 |
| Figura 9 - Arquitetura de um sistema de monitorização de saúde ubíquo | 19 |
| Figura 10- Wearable Sensor Patch, Advances in <i>Wearable Technology</i> for rehabilitation | 20 |
| Figura 11 - SenseWear Armband da BodyMedia | 22 |
| Figura 12 - SmartSP e o display dos dados num sistema Android | 23 |
| Figura 13 - Sistema EchoWear, EchoWear | 25 |
| Figura 14 - Cápsulas Endoscópicas para o estudo do Intestino Delgado..... | 26 |

Lista de acrónimos e siglas

AVC - Acidente Vascular Cerebral

ECG - Eletrocardiograma

FAZ - *Functional Ability Score*

HD - *High Definition*

IoT – *Internet of Things*

LED - *Light Emitting Diode*

OHMD - *Optical Head-Mounted Display*

PD - *Parkinson Disease*

PDA - *Personal Digital Assistant*

TCP/IP - *Transmission Control Protocol/Internet Protocol*

WTs - *Wearable Technologies*

1 Introdução

Neste capítulo introdutório tece-se uma perspetiva global do presente trabalho. Começa-se por enquadrar e justificar a importância deste trabalho e expõem-se as motivações e objetivos que se pretendem atingir. De seguida, refere-se a metodologia escolhida, os principais contributos e, por último, refere-se de forma sintética a estrutura do relatório.

1.1 Enquadramento

Os acessórios tecnológicos fazem, cada vez mais e de uma forma omnipresente, parte da nossa vida. A miniaturização e a incorporação de componentes tecnológicos permitem, atualmente, a monitorização em tempo real de alguns dados biométricos, nomeadamente, o batimento cardíaco, a temperatura e a pressão arterial. Isto permite a prevenção de várias patologias ou problemas de saúde antes de estes evoluírem para estágios graves.

O conceito de *Wearable Technology* consiste na incorporação de componentes tecnológicos em peças de roupa ou acessórios que possam ser ‘vestidos’ pelos utilizadores. Considerando uma utilização mais genérica, a *Wearable Technology* é usada, principalmente, para a prática de exercício físico através da monitorização cardíaca, velocidade, calorias gastas e posição geográfica. Com efeito, esta é uma utilização muito popular entre os desportistas, sendo disto exemplo as práticas desportivas de ténis e golf (Ahmadi et al. 2010).

Como seria de esperar, a *Wearable Technology* está fortemente ligada ao conceito da *Internet of Things*. Este último diz respeito à rede de ligações efetuada por objetos que utilizamos no dia-a-dia, partilhando informação de forma segura e através de IPv6 (Hyun et al. 2015) e encontrando-se equipados com inteligência ubíqua. A *Internet of Things* vai aumentar a ubiquidade da Internet ao integrar interações de diversos objetos através de sistemas integrados, o que leva a uma rede altamente distribuída de dispositivos a comunicar com seres humanos e outros dispositivos (Lin & Lee 2010). Como grande vantagem, esta tecnologia representa uma possibilidade de monitorização não-invasiva.

1.2 Motivação e pertinência

A área da saúde é, sem dúvida, uma das áreas que mais preocupa os cidadãos em geral. Neste contexto, e devido ao crescimento da população e procura crescente de cuidados de saúde, os hospitais debatem-se cada vez mais com menor capacidade de resposta do que seria desejável. No contexto tecnológico atual, a capacidade de resposta dos hospitais, e da área da saúde em geral, poderia ser alavancada pela utilização da *Wearable Technology*.

No entanto, e em especial no nosso país, sendo esta a realidade que está sob a nossa atenção, a monitorização fora do ambiente hospitalar está muito aquém da possibilidade que esta tecnologia proporciona. Outro motivo que pode levar à insuficiente resposta genérica dos nossos hospitais, e, por consequência, a elevados tempos de espera, passa pela resistência à mudança de técnicas e dispositivos médicos. Com efeito, é frequente haver uma resistência a mudanças tecnológicas, nomeadamente quando esta requer uma total digitalização dos documentos do hospital e a adoção de técnicas bastante recentes e avançadas.

Outra questão associada à possibilidade da utilização das *Wearable Technologies*, com vantagens para os utentes, consiste precisamente nos utentes que apresentam dificuldades variadas nas necessárias deslocações aos hospitais, ou até centros de saúde. Este problema agrava-se ainda mais devido ao facto de cada vez mais centros de saúde e centros hospitalares estarem a fechar e, ainda, devido à falta de pessoal médico.

As *Wearable Technologies* estão cada vez mais avançadas na área da saúde e permitem um método de monitorização não invasivo e ubíquo. Curiosamente, Friedlein afirmou (2014), num estudo sobre as tendências digitais, que este tipo de tecnologia não iria ter muito futuro... mas, no entanto, cada vez mais o público aceita estas tecnologias e está mais inclinado para a mudança, nomeadamente a comunidade médica.

Este trabalho tem como objetivo perceber a evolução das *Wearable Technologies* e como estas poderão melhorar a área da saúde, especialmente em atividades de monitorização, e, conseqüentemente tentar com que os hospitais e centros de saúde consigam ter uma melhor capacidade de resposta.

1.3 Objetivos do projeto

O principal objetivo que se pretende alcançar com a presente dissertação é situar o uso das WT na área da saúde no nosso país. Deste objetivo principal partem dois sub-objetivos, ou

seja; obter uma perceção do nível de utilização de WTs dentro da comunidade médica e perceber o seu nível de aceitação em Portugal na comunidade em geral.

Para isto é necessário, numa primeira fase, compreender o nível de desenvolvimento das WTs e o nível de utilização na área da saúde. Este propósito é permitido através da análise de estudos já feitos por diversos investigadores. A segunda fase deste projeto passa por aplicar esta pesquisa a Portugal. Isto vai ser desenvolvido através de entrevistas a profissionais de saúde, e potenciais utilizadores, para determinar o seu nível de conhecimento das WTs. Também nesta fase irão ser desenvolvidos questionários *on-line* com o objetivo de determinar o nível de conhecimento e de aceitação das WTs na comunidade em geral.

1.4 Metodologia de investigação

Quivy & Campenhoudt (1998) definem a metodologia de investigação como o modo de se testar e comprovar os conceitos e pressupostos definidos no modelo de análise inicial, com os factos e dados obtidos na fase inicial do projeto.

De modo a cumprir os objetivos definidos neste projeto a sua elaboração foi dividida em duas grandes fases, como já referido.

A primeira fase, eminentemente qualitativa e descritiva, consistiu na elaboração de uma revisão bibliográfica tendo como grande objetivo perceber o que as WTs já permitem na área da saúde.

Na segunda fase deste projeto, que teve como objetivo perceber o nível de aceitação das WTs em Portugal pelos profissionais de saúde e pela restante comunidade, a abordagem escolhida foi exploratória e descritiva, já que não havia informação disponível.

Assim, e nesta fase, de forma a recolher informação, foram efetuadas entrevistas com perguntas semi-abertas a profissionais de saúde para que se percebesse a posição dos profissionais de saúde e ainda os possíveis utilizadores em relação às WTs. De acordo com a prática comum nestas pesquisas exploratórias, foi escolhida uma pequena amostra e por conveniência.

De seguida procedeu-se à ao levantamento de informação via questionário *on-line*, de forma aleatória e anónima, com perguntas fechadas, com o objetivo de comprovar os dados analisados nas entrevistas exploratórias e de descobrir o nível de aceitação das WTs pela população portuguesa.

1.5 Principais contributos deste trabalho

Este trabalho é uma primeira aproximação para que se perceba a posição dos profissionais de saúde em relação às *Wearable Technologies*.

Este trabalho permitiu concluir que os médicos conhecem diversas tecnologias que podem ser classificadas como *Wearable Technologies* mas que não as utilizam no dia-a-dia, quer na monitorização de doentes quer como meios auxiliares de diagnóstico.

Adicionalmente, foi possível perceber que os dispositivos não estão ainda ao dispor da maioria dos médicos. Com efeito, são conhecidos projetos onde foram aplicados, mas essas oportunidades não estão disponíveis na maioria dos locais onde os clínicos desenvolvem a sua atividade.

1.6 Estrutura do relatório

De forma a permitir uma melhor compreensão deste fenómeno, será apresentada uma sistematização da literatura disponível sobre o tema das *Wearable Technologies* numa perspetiva genérica e, como não poderia deixar de ser, na área da saúde.

A terceira e última fase consiste na análise quantitativa dos dados recolhidos e na definição de um perfil do pessoal da área médica quanto ao uso de WTs.

2 Estado da Arte

Este capítulo apresenta o estado da arte até ao momento, com um foco especial na aplicação *Wearable Technologies* na área da saúde. A área da saúde sempre foi uma área bastante cobiçada devido à sua importância. É essencial para que cada vez mais se possa melhorar a qualidade de vida de diversos utentes que sofrem de doenças mais graves e que não têm acesso a centros médicos ou a hospitais na região onde se encontram. É aqui que as *Wearable Technologies* entram de modo a permitirem uma monitorização em tempo real de um utente.

2.1 *Wearable Technology*: perspetiva genérica

Atualmente assiste-se a um forte crescimento do mundo das *Wearable Technologies*, devido, especialmente, ao facto de serem relativamente novas no mercado e inovadoras no facto de permitirem acesso em tempo real a serviços que até agora não seriam exequíveis. No entanto, como acontece em domínios similares, esta novidade pode levar a alguma resistência por parte de diferentes grupos da população. De forma sumária, pode dizer-se que estes acessórios consistem na incorporação de componentes tecnológicos em acessórios utilizados no dia-a-dia como, por exemplo, uma peça de roupa, um relógio ou um anel. Estes acessórios estão associados aos conceitos de *ubiquitous computing* e *wearable computers*. *Ubiquitous computing* é um conceito baseado em engenharia de *software* e ciência de computadores que diz respeito à incorporação de computadores em qualquer instrumento ou aparelho. *Wearable Computers* consistem em dispositivos tecnológicos de pequena dimensão que são usados por um utilizador debaixo, em cima ou mesmo incorporados em acessórios de roupa. Estes dispositivos são, normalmente, de pequena dimensão e são adaptados a determinada tarefa, tornando-os produtos bastante flexíveis. De seguida, apresentam-se os produtos que são mais conhecidos e adotados pelo público em geral, apresentando, em primeiro lugar, a visão de Steve Mann que iniciou, nos anos 80, os seus trabalhos sobre a temática.

Na década de 80 Steve Mann começou a realizar experiências com *wearable computing* e comunicação *wireless* e relatou que, devido ao aspeto do *wearable computer*, as pessoas olhavam para ele de uma maneira repugnante (Mann 1996)(Mann 1997). O objetivo de Mann passava por testar mais a funcionalidade e a capacidade de transmissão de dados do que a discrição do dispositivo. Este *wearable computer* consistia num capacete com uma antena, que

detetava redes *wireless*, e um visor que continha um ecrã de computador miniaturizado. Foram feitos testes no prédio mais alto de Cambridge para testar a ligação *wireless* e a receção de dados. Steve Mann constatou a possibilidade de consultar emails em tempo real sem grande perda de dados(Mann 1997). Ao desenvolver este *wearable computer*, Mann tinha como visão, num futuro próximo, ajudar as pessoas com problemas visuais através de radares e sensores. Para tentar atingir esse objetivo Mann então focou-se no GlassEye. Este dispositivo consistia nuns óculos onde a câmara estava diretamente sobreposta no olho, eliminando assim tonturas e náuseas (dois dos inconvenientes apontados durante a utilização) a longo prazo (Mann 2012b)(Mann 2012a).

Um dos acessórios mais conhecidos é o *smartwatch*, o qual se iniciou com o objetivo principal de auxiliar em cálculos (numa primeira versão e na década de 80, chamado relógio calculadora desenvolvido pela Casio). Um *smartwatch* é um relógio de pulso computadorizado com funcionalidades que vão para além de mostrar as horas, e são frequentemente comparados aos *Personal Digital Assistants*, PDAs. Os primeiros *smartwatches* apenas realizavam cálculos simples, mas hoje podem ser considerados autênticos computadores. Hoje já é possível efetuar chamadas através de um *smartwatch* através de uma ligação Bluetooth a um *smartphone*.



Figura 1 - Relógio Calculadora

Em 2008, Ilya Fridman incorporou um microfone Bluetooth num par de brincos. Nesse mesmo ano surgiu a Spy Tie, uma gravata com uma camara escondida que permitia a gravação de vídeos. Em 2009, a Sony Ericsson fez uma parceria com o London College of Fashion para realizar um concurso de *Digital Clothing*. O vencedor deste concurso foi um vestido com tecnologia Bluetooth que se acendia cada vez que uma chamada era recebida. Também em 2009, Fashion Hacking, um outro evento também na área da moda realizado em Nova Iorque. O vencedor deste evento foi uma peça correspondente a calças-teclado desenvolvidas por um criador pertencente à empresa MakerBot que atua também na área de comercialização de impressoras 3D. Em 2014, estudantes da Tisch School of Arts de Nova Iorque, desenvolveram um *hoodie* que enviava mensagens de texto pré-programadas através de gestos. Nos últimos anos o acessório mais falado, por bons ou maus motivos, foi o Google Glass. O Google Glass entrou em comercialização “beta” em 2013 com o objetivo de serem descobertos erros de funcionamento mas no início de 2015 foi retirado do mercado devido aos seus elevados custos(Sergey Brin 2015) e ao facto de apresentar diversas falhas de segurança.



Figura 2 - Spy Tie

As *Wearable Technologies* representam não uma realidade virtual mas sim uma realidade aumentada. Realidade aumentada representa uma variação da realidade virtual. A realidade virtual oferece uma experiência completamente imersiva e não permite ao seu utilizador visualizar o mundo real ao seu redor. A realidade aumentada permite ao utilizador visualizar o mundo real em sua volta com objetos virtuais (Azuma 1997).

2.2 Google Glass

O Google Glass enquadra-se numa tecnologia chamada *optical head-mounted display*. Um *optical head-mounted display* consiste num dispositivo capaz de projetar imagens, permitindo, assim, ao seu utilizador a capacidade de ver uma realidade aumentada, conceito que surgiu com os trabalhos e publicações de Ivan Sutherland nos anos 60 (Sutherland 1968). O Google Glass funciona em complementaridade com um *smartphone*, mostrando toda a informação e a opção de comunicação com o *smartphone* através de comandos de voz. O Google Glass foi desenvolvido pela Google X, uma empresa que faz parte da Google com a missão de descobrir e desenvolver novas tecnologias, como por exemplo, carros sem condutor. O Google Glass distingue-se especialmente dos *optical head-mounted displays* anteriores por apresentar uma estrutura mais pequena. O primeiro protótipo é semelhante a óculos comuns mas as lentes são substituídas por um *head-up display*. Quando foi lançado o protótipo do Google Glass, este era ainda mais leve do que quaisquer óculos de sol comuns. Em 2013, uma edição “beta” Google Glass foi disponibilizada para venda a alguns utilizadores e *developers* da Google. Intitulava-se *Explorer Edition* e tinha um custo de \$1500. O Google Glass é composto por um *touchpad* que se encontra de lado, permitindo ao utilizador mudar de menu com um simples deslize. Também possui uma câmara com capacidade de gravação de vídeo HD. O display é constituído por cristais líquidos, um sistema de cor sequencial e um sistema de iluminação *Light Emitting Diode*, LED. O Google estabeleceu ainda uma parceria com a Luxottica com o objetivo de oferecer aos seus utilizadores variedade de armações. Fazendo uso do seu sistema operativo Android, o Google Glass permite o desenvolvimento grátis de aplicações por parte de *developers* independentes, além de fazer uso das aplicações Google como Maps, Now, Google+ e Gmail. Para este efeito a Google lançou a *Mirror API*. Nos termos de contrato de utilização está estabelecido que os *developers* não podem incluir publicidade nem cobrar pelas suas aplicações que desenvolverem (Developers 2015). A maioria destas últimas consiste no fornecimento de notícias, reconhecimento facial, exercício físico, traduções e partilhas em redes sociais (Bash 2015). Durante a fase *beta*, a Google foi lançando novas aplicações e novos *development kits*, nomeadamente o *Glass Development Kit*. Com este *kit* foi lançada a aplicação de tradução, designada Word Lens (Fallis 2013), uma aplicação de realidade aumentada onde, através de uma câmara de telemóvel (ou do Google Glass), se identifica qualquer tipo de texto e, de imediato, é apresentada tradução no idioma que o utilizador tenha definido. Em março de 2014, a Google lançou o *Android Wear*, que consistia num sistema operativo para *smartwatches* (D’Orazio 2014). Em junho de 2015 foi criada uma

ligação entre o *Google Glass* e o *Android Wear* permitindo ao utilizador receber as notificações do seu *smartwatch* no *Google Glass*. Em junho de 2014, o Governo do Nepal adotou o *Google Glass*, no Parque Internacional de Chitwan, como medida dissuasora para caçadores ilegais, tomando a dianteira no mundo ao incluir este dispositivo em operações militares, para além de permitir localizar animais e pássaros através de GPS em florestas ou localizar de patrulhas militares (Pandey 2014).

Será ainda importante referir a forma como a comunidade médica está a usar estas tecnologias, já que esta dissertação tem como seu foco particular a área da saúde.

Com efeito, e desde o lançamento do *Google Glass*, a comunidade médica começou de imediato a procurar aplicações práticas para o dispositivo, sendo tidos como os profissionais que se podem classificar como “*early adopters*” designação que se refere ao facto de estarem em primeiro lugar na adoção de uma determinada tecnologia. De facto, a comunidade médica foi alertada para se preparar para o futuro onde a informação vital fica disponível instantaneamente (Glauser 2013). Algumas das aplicações a explorar passam pela monitorização à distância dos utentes, visualização de relatórios a meio de uma consulta sem perder a concentração no utente e a capacidade de transmitir cirurgias em direto para estudante de medicina. Apesar destas vantagens existem alguns inibidores para um maior desenvolvimento e restrições à sua utilização, nomeadamente no que se refere aspetos relacionados com violação de privacidade e resistência de alguns hospitais à adoção desta nova tecnologia devido à dificuldade de digitalização de registos e conversão do sistema de modo a suportar o *Google Glass*.

Um dos primeiros hospitais a realizar um *test drive* foi o Hartford Hospital (Connecticut, EUA). Os testes consistiam num grupo de médicos de resposta rápida a prestar serviços médicos a um grupo de manequins designados para exercícios médico enquanto tinham acesso a toda a informação instantaneamente e um segundo grupo que monitorizava sinais vitais, medicação, relatórios de laboratório e falhas de equipamento. Após este teste concluiu-se a possibilidade de existir um sistema central que recolhe e fornece informação em tempo real de e para os dispositivos.

O *Google Glass* também é referido como um dispositivo inovador na área da educação de novos estudantes de medicina. A maior vantagem referida passa pela visualização de diversas operações pela perspetiva do cirurgião em vez de estarem fisicamente presentes na sala de operações. Em junho de 2013 o doutor Rafael Grossman utilizou *Google Glass* para filmar

uma operação realizada por ele enquanto numa sala ao lado dois estagiários assistiam, tornando-se, assim, no primeiro médico a usar esta tecnologia com esta aplicação. Mais tarde utilizou esta tecnologia para realizar uma simulação da mesma operação, mas, agora, realizando-a à distância.

Apesar de apresentar inúmeras vantagens e possibilidades é de esperar que a adesão ao Google Glass, por parte dos hospitais, seja lenta devido ao facto de haver necessidade de uma transformação digital, ou seja, os hospitais poderão ainda demorar algum tempo a digitalizar todas as suas bases de dados, aspeto fundamental para que a utilização de Google Glass fosse plena. Outra limitação passa pela falta de compatibilidade de alguns instrumentos, nomeadamente, desfibriladores e bombas de infusão, a que acresce a limitação da bateria do Google Glass: apenas 45 minutos em modo gravação. No entanto, o aspeto mais limitativo na adoção continua a estar relacionado com a necessidade de conformidade com os regulamentos hospitalares: atualmente, o Google Glass não pode ser utilizado porque toda a informação que por ele seria processada, entraria necessariamente em circulação através dos servidores do Google (Muensterer et al. 2014). A tecnologia avança exponencialmente e a regulamentação não acompanha este progresso: Glauser (2013) prevê que aconteça mas que tal ainda demorará algum tempo.

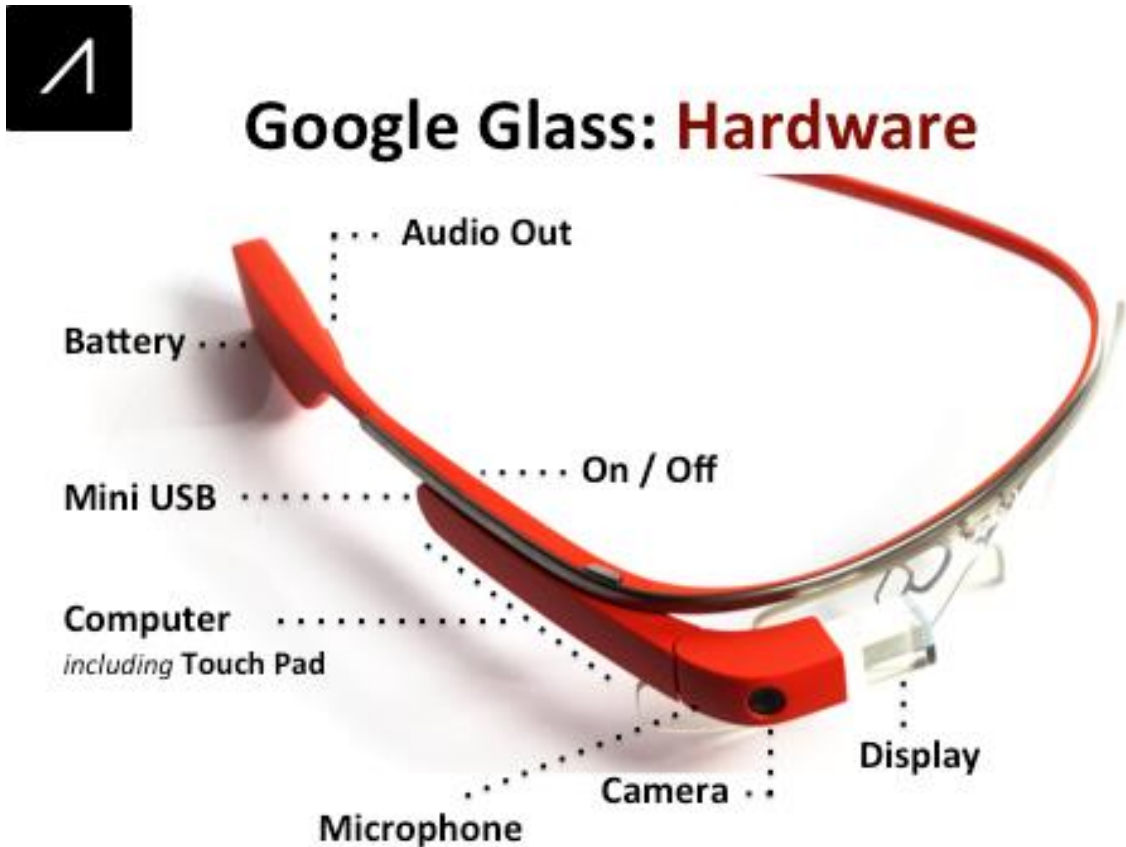


Figura 3 - Google Glass

FONTE: <https://its.uiowa.edu/support/article/102167>

2.3 eTextiles

O conceito de *eTextiles* está associado a toda uma gama de tecidos incorporados com componentes eletrônicos e materiais condutores. A maior parte do ênfase tem sido nos efeitos visuais dos *eTextiles*, particularmente o uso de LEDs, e tem havido menos concentração na natureza inerente e tangível de tais artefactos (Giles & van der Linden 2014). Existe a possibilidade de interações através do toque entre diversos *eTextiles*. Uma das vantagens dos *eTextiles* pode passar pela ajuda a pessoas com problemas de visão. Em 2014, Emilie Giles e Janet van der Linden efetuaram um estudo com o objetivo de tentar perceber de que forma é que os *eTextiles* poderiam ajudar as pessoas com diversos tipos de problemas de visão. O estudo consistiu em conversas com pessoas cegas e observar as suas reações enquanto estes mexiam em protótipos de *eTextiles*. Com este estudo concluíram que enquanto conversavam com os

participantes estes mexiam mais ou menos no *eTextile* de acordo com as suas emoções e que deverá ser feita uma abordagem mais focada no utilizador.

2.3.1 Smart Shirt

A *Smart Shirt* pertence à categoria *eTextile* ou *smart clothing* que consiste numa malha com uma camada de fibra ótica. A *Smart Shirt* tem sido utilizada pelo exército dos Estados Unidos da América para detetar feridas feitas por balas, tendo como base a monitorização dos dados vitais de quem veste este acessório. A estrutura da *Smart Shirt* é extremamente versátil o que se constitui como a sua principal vantagem. Apresentou-se como sendo o primeiro dispositivo a fornecer, de forma sistemática, dados vitais de um ser humano com um método completamente não-intrusivo. Os circuitos integrados que compõem a *Smart Shirt* estão preparados para recolher informação sobre a temperatura, ritmo cardíaco e o ritmo de respiração de quem veste. Adicionalmente, pode ser instalado um microfone para transmitir dados de voz sobre as localizações de monitorização. Sensores adicionais podem ser facilmente integrados na estrutura. O núcleo da *Smart Shirt* denomina-se *Smart Shirt controller* o qual tem como função transformar em informação os dados vitais recolhidos e enviando-os para um repositório de dados. A ideia original de incorporar sensores em vestuário foi perseguida por uma equipa do Georgia Institute of Technology. Os frutos desta pesquisa levaram precisamente ao desenvolvimento da *Smart Shirt* (Bonato 2009a). A primeira *Smart Shirt* foi desenvolvida pela Sensatex e monitorizava o batimento cardíaco, temperatura e movimentos do tronco. Após o desenvolvimento da *Smart Shirt*, uma outra empresa na mesma área de negócio, a VivoMetrics, desenvolveu a LifeShirt que consiste numa camisa confortável e lavável que monitoriza mais de 30 sinais vitais, como por exemplo respiração, pressão arterial, postura e ECG (Eletrocardiograma). Após o sucesso deste último produto, o Massachusetts Institute of Technology desenvolveu a MIThril através de uma arquitetura que combina *hardware* e *software*. O *hardware* engloba a rede de sensores integrada na roupa enquanto o *software* é uma combinação de interfaces com o utilizador e ferramentas de aprendizagem para a máquina em Linux. Esta arquitetura foi já utilizada em plataformas móveis para demonstrar que padrões de conversa frente a frente, dentro do ambiente de trabalho, podem melhorar o desempenho da organização (Bonato 2009a).

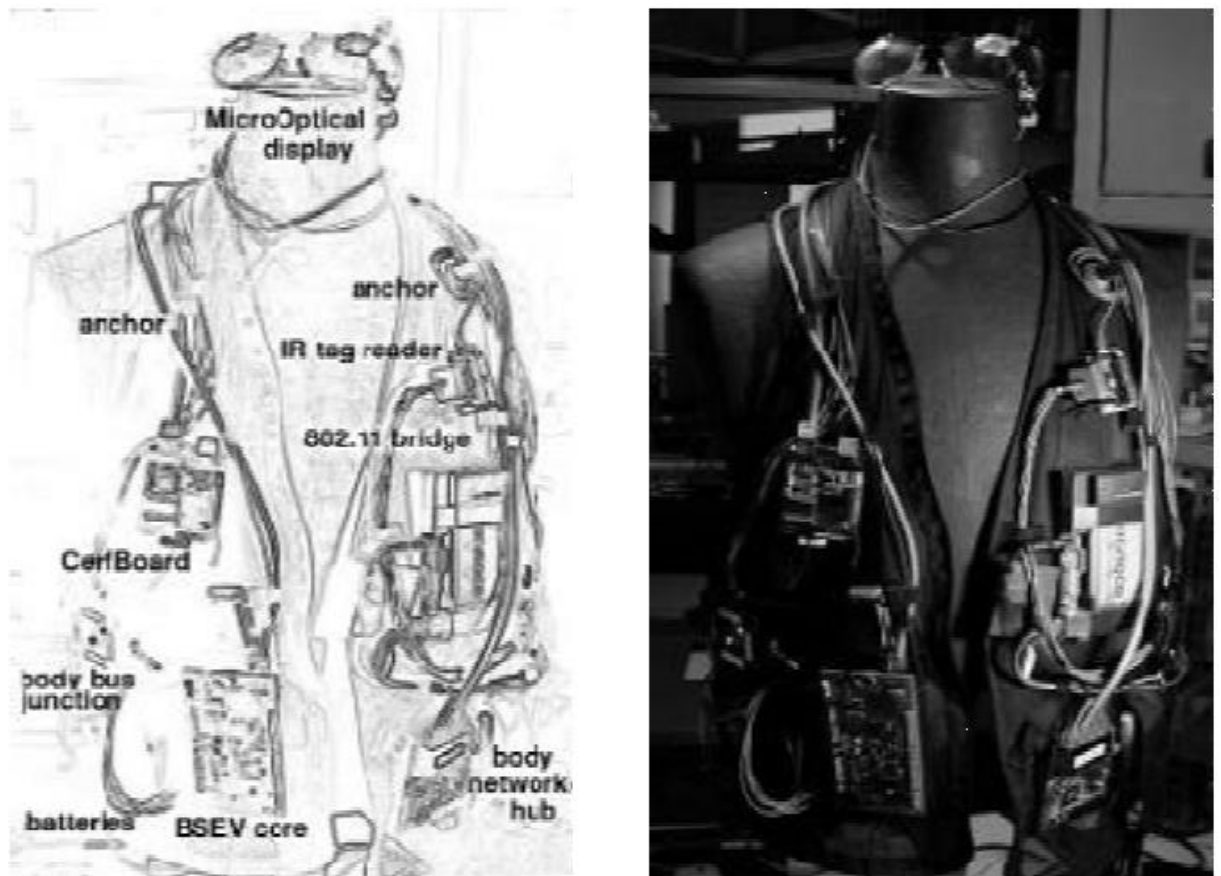


Figura 4- MIThril

FONTE: <http://www.media.mit.edu/wearables/mithril/>

A arquitetura da *Smart Shirt* para um sistema ubíquo de monitorização de saúde consiste numa rede de sensores wireless incluídos na camisa. Estes sensores estão ligados, via WiFi, a um terminal, que poderá ser um computador pessoal (PC, Personal Computer), para onde enviam dados fisiológicos de cada utente que utiliza a *Smart Shirt*. Os sensores da *Smart Shirt* possuem a capacidade de adquirir dados sobre sinais ECG e dados *accelerometer*. Um sistema de *acceletometers* é usado para detetar quedas dos pacientes que utilizam a *Smart Shirt*. Os dados recolhidos por estes dois tipos de sensores são enviados para o PC via WiFi. Os sinais ECG estão entre os mais importantes pois revelam informação vital para se perceber o estado de saúde de um utente.

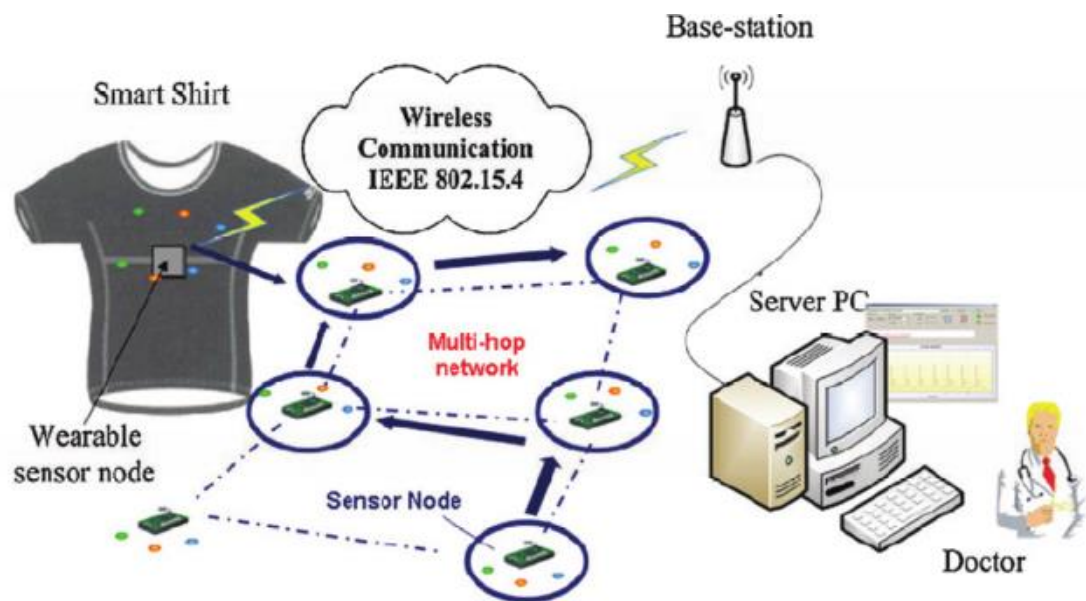


Figura 5 - Arquitetura u-Healthcare com uma Smart Shirt

FONTE: (Lee 2010)

Uma *Smart Shirt* para monitorização de utentes com problemas cardíacos pode consistir num sensor wireless, um sensor ECG e um sensor *accelerometer* e um tecido que seja um condutor para os sinais elétricos.

2.3.2 Argot, a luva com um teclado

Argot consiste numa luva que permite a introdução de todos os caracteres de um teclado convencional. O desenho do acessório considera tanto vantagens como desvantagens, tais como destreza, feedback, mobilidade, velocidade de *input*, erros e *inputs* incorretos, conforto e experiência (Peshock et al. 2014). Este dispositivo visa responder ao desafio de permitir escrita em aplicações wearable sem ocupar totalmente as mãos. As abordagens anteriores necessitavam que o dispositivo estivesse preso de alguma maneira à mão do utilizador, como por exemplo o Twiddler, que consistia num dispositivo que permite a escrita apenas com uma mão e pode atingir 60 palavras por minuto (Lyons et al. 2004). Enquanto isto, naturalmente, previne o uso de uma mão para qualquer outra ação enquanto se está a escrever, um aparelho que necessite de ser segurado tem um entrave que passa pelo facto de este necessitar de ser recuperado antes de poder ser usado. Os objetivos deste projeto foram identificados através de uma análise de potenciais tarefas completadas pelos utilizadores, fatores humanos e necessidades do utilizador.



Figura 6 - Luva Argot, Argot: A Wearable One-Handed Keyboard Glove



Figura 7 - Twiddler 2

FONTE: flipthatbit.net

Um fator importante no desenvolvimento do Argot foi o tipo de linguagem a ser utilizado. Para isto teve-se em conta o processo de aprendizagem de cada linguagem. Foram consideradas a linguagem de sinais americana, código morse e o alfabeto de Lorm mas acabaram por ser descartadas pois a curva de aprendizagem era demasiado elevada. As linguagens mais familiares e universais utilizam teclados QWERTY e Dvorak mas acabaram por não ser opções viáveis pois requerem muitas teclas e demasiado espaço. As últimas linguagens a serem investigadas foram a T9/*Predictive* e a *multitap*. Ambas linguagens utilizam um sistema de 9 teclas e podem ser usadas sem que seja necessário a aprendizagem de novas linguagens. *Multitap* permite que um clique tenha diversos *inputs* baseado no número de vezes que é pressionado enquanto T9 sugere o texto baseado na sequência de *inputs*.

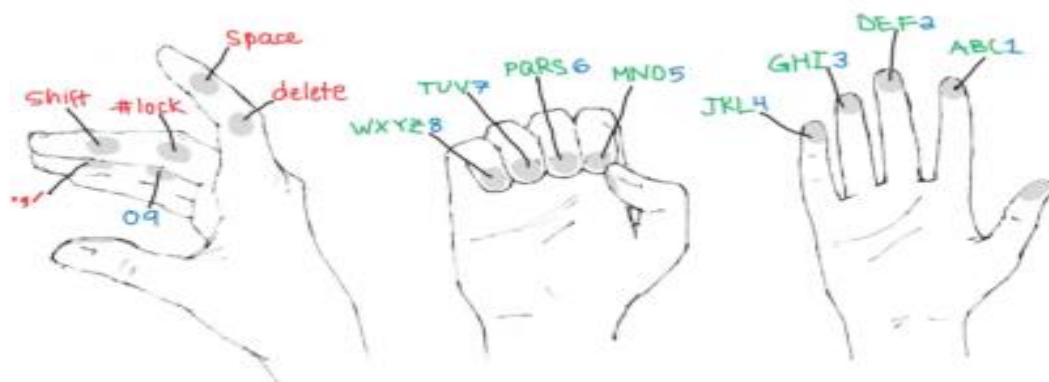


Figura 8 - Mapa das teclas do Argot

FONTE: Argot: A Wearable One-Handed Keyboard Glove (Peshock et al. 2014)

O Argot constitui-se como uma abordagem positiva para um acessório que não necessite de ser segurado. Adicionalmente, a usabilidade é superior quando comparada com outros dispositivos já que existe um feedback constante através do sentido tátil o utilizador (Peshock et al. 2014).

2.3.3 Smartwatch

O *smartwatch* está a tornar-se um dos *wearable devices* mais populares, com as principais companhias de telemóveis a lançar o seu próprio *smartwatch*. Vários estudos de mercado revelam que os consumidores especificamente exigem um produto que possa interagir com o seu *smartphone* e fornecer funcionalidades *fitness*. (Arsand et al. 2015) O *smartwatch*

também fornece aplicações de mensagens instantâneas, de consulta de email e permite uma ligação à Internet se estiver ligado a um *smartphone* por *bluetooth*. Já que é usado no pulso também abre a porta à possibilidade da introdução de *accelerometers* para perceber os movimentos do braço do seu utilizador e posteriormente a mão e dedos (Xu et al. 2015).

Embora os *smartwatches* já existam desde os anos 80, o primeiro *smartwatch* capaz de rivalizar com o iOS e Android com a sua própria loja de aplicações foi desenvolvido pela Pebble Technology Corp, com sede na Califórnia. Esta empresa ao utilizar a organização Kickstarter conseguiu angariar 10.27 milhões de dólares. Em 2013 a Pebble ocupava o quarto lugar, de 40, na venda de *smartwatches* a nível mundial (Arsand et al. 2015). Os principais modelos de *smartwatches* passam pelo Samsung Gear da Samsung, o Moto 360 da Motorola, o Sony smartwatch da Sony e o G Watch da LG. As principais plataformas incluem o Android Wear da Google e o Tizen da Samsung.

Tabela 1 - Comparação entre diversos *smartwatches* e suas plataformas

| Plataforma | Dispositivos no mercado | App store |
|--------------|---------------------------------------|------------------|
| Pebble | Pebble, Pebble Steel | Pebble App Store |
| Android Wear | Moto 360, LG G Watch, Sony smartwatch | Play Store |
| Tizen | Samsung Gear | Não possui |

2.4 *Wearable Technology* – Saúde e monitorização

À medida que a população envelhece aumentam as preocupações relativas à saúde. Isto levanta várias preocupações com impacto nos sistemas de saúde atuais visto que é cada vez mais difícil monitorizar todos os utentes e é cada vez mais difícil para estes se descolarem a hospitais e centros de saúde. É necessário o desenvolvimento de um método mais barato e mais eficaz para garantir o bom funcionamento do sistema de saúde e o acompanhamento dos pacientes. Os avanços em tecnologias de comunicação e em sistemas de informação permitem o desenvolvimento de sistemas capazes de enviar dados, nomeadamente sobre temperatura, ritmo cardíaco e pressão arterial. As aplicações de saúde *wireless*, utilizando uma rede de

sensores sem fios, podem ajudar vários utentes ao permitir uma monitorização constante e não invasiva, sem acompanhamento médico regular. Tal sistema não é, todavia, isento de problemas práticos, nomeadamente, os relacionados com a necessidade de uma constante ligação *wireless*, com elevado alcance de dados e níveis de confiabilidade. O *design* destes dispositivos é adaptado ao tipo de utente, sendo que cada utente poderá ter requisitos diferentes. Os principais requisitos para o desenvolvimento de um sistema de monitorização de saúde *wireless* passam pelo ciclo de vida da aplicação (A) e dispositivo, a recolha de *packages* (B), recolha de dados (C), tipos de transmissão de dados (D) e escalabilidade (E). O tempo de vida de um sensor *wireless* depende da sua utilização e o tipo de aplicação que usa. Com uma monitorização contínua é necessário que o sensor esteja sempre ativo pois pode ocorrer um evento a qualquer momento. Assim:

- A) O tempo de vida de um sensor *wireless* depende da sua utilização e o tipo de aplicação que usa. Com uma monitorização contínua é necessário que o sensor esteja sempre ativo pois pode ocorrer um evento a qualquer momento.
- B) Em aplicações de monitorização contínua em saúde não é essencial usar um mecanismo de recolha de *packages*, pois isto pode levar a perda de informação e existe um desperdício de recursos. Além disto a transmissão de *packages* requer mais memória do dispositivo.
- C) Um sistema de monitorização de saúde normalmente requer apenas um ponto de recolha de informação por isso deve-se adotar um método de recolha convergente.
- D) Existem duas possibilidades de transmissão de dados. Um meio contínuo e outro não contínuo. Este último apenas realiza a troca de dados quando estes são requisitados pela equipa de monitorização enquanto o meio contínuo requer uma transição de dados em permanência.
- E) A rápida transição de dados é um dos aspetos fulcrais de qualquer sistema de monitorização. Assim, é importante que os protocolos de encaminhamento sejam bem definidos. Em redes de monitorização de saúde os dados são recolhidos a ritmos diferentes e são normalmente diferentes pelo que é necessário garantir uma arquitetura que permita um grande número de sensores.

Um sistema de saúde ubíquo é construído à volta do conceito de inserir sensores não invasivos no corpo humano de modo a formar uma rede de ligação sem fios. As redes de

sensores pessoais tornam possível uma monitorização contínua em qualquer lugar e permitem notificar clínicas ou hospitais próximos em caso de emergência.

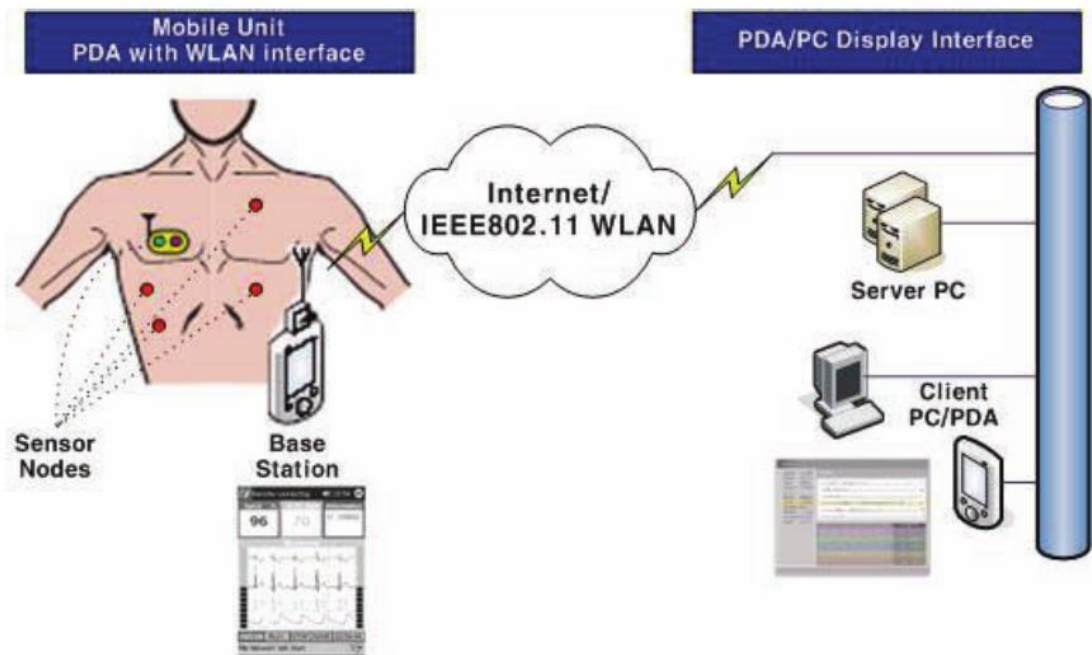


Figura 9 - Arquitetura de um sistema de monitorização de saúde ubíquo

Os parâmetros obtidos pelos sensores dos pacientes podem ser visualizados através de um computador ou PDA usando protocolos TCP/IP ou IEEE 802.11. A *base-station* é um dispositivo com a capacidade de receber dados dos sensores *wireless* utilizando ondas radio e posteriormente enviar esses dados para uma unidade móvel utilizando TCP/IP ou IEEE 802.11. Um exemplo de um sistema de saúde ubíquo foi o UbiMon que foi implementado no *Imperial College* de Londres. O projeto tinha como objetivo fornecer um meio contínuo e não invasivo de monitorização de eventos fatais. Para isto utilizaram um cartão que estava inserido num PDA onde eram recebidos os dados provenientes dos sensores corporais. O PDA, além de suportar o processamento de dados, também era utilizado para enviar os dados via *wireless* para um servidor central, onde, posteriormente, iriam ser analisados por técnicos especializados.

Um dos fatores críticos de uma aplicação na área da saúde é a confiabilidade da transmissão dos dados médicos. Num sistema de transmissão de dados ideal o *bit error rate* do lado do recetor pode ser afetado por barulho, interferências ou distorções. Uma aplicação de saúde tem um ciclo dinâmico em comparação com aplicações de monitorização de habitats. Em aplicações de monitorização de saúde ubíqua o fator a ser medido consiste na vida humana, por

isso os métodos de transmissão de dados devem ser analisados antes de serem implementados. Até agora, alguns estudos propuseram para um método de transmissão confiável de dados utilizando os métodos *acknowledgment* ou *negative acknowledgement*. Este método é normalmente utilizado para recuperar erros e perdas de *packages* (Lee 2010). Caso um package seja perdido não é necessária uma retransmissão para uma eventual recuperação de dados, pois a monitorização é feita em tempo real. Uma retransmissão de dados iria levar a um uso adicional de espaço e um consumo adicional de energia.

Outro meio de transmissão de dados passa pela ligação de telemóvel. Nos Estados Unidos a CardioNet foi a primeira fornecedora de um sistema que através de *wearable sensors* era possível monitorizar o batimento cardíaco e ECG. Os dados recolhidos eram enviados para o centro de monitorização da CardioNet, onde estavam de serviço 24 horas por dia técnicos especializados. Num estudo clinico, o sistema móvel da CardioNet detetou arritmias graves em 53% dos pacientes que previamente tinham sido monitorizados por um Holter (Kumar et al. 2008).

O Jet Propulsion Laboratory da NASA realizou investigação em protótipos de pensos incorporados com sensores com o objetivo de gravar dados fisiológicos durante um longo período de tempo. Estes sensores não invasivos consistiam em unidades bio telemétricas em miniatura que tinham uma aparência semelhante a um penso adesivo.

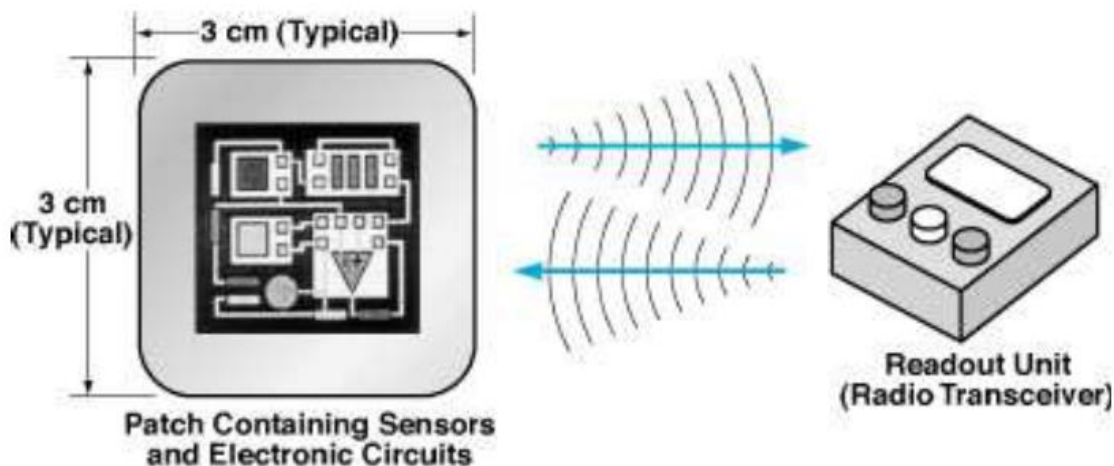


Figura 10- Wearable Sensor Patch, *Advances in Wearable Technology* for rehabilitation

Este era desenhado para comunicar com um aparelho de leitura denominado Readout Unit. Estes pensos continham sensores micro eletromecânicos não invasivos integrados com circuitos eletrónicos que transmitiam um sinal rádio controlado pelo sensor de output. O penso não continha qualquer bateria mas sim um circuito para extrair energia a partir de um sinal rádio

durante a operação de leitura. Para esta operação, o aparelho era colocado na proximidade do corpo. Os sensores do *Wearable Patch* mediam a temperatura, ritmo cardíaco, pressão arterial e outros parâmetros fisiológicos. Após este trabalho a NASA iniciou o Sensor 2000, um programa dedicado ao desenvolvimento de sensores avançados e sistemas biométricos. Nesse contexto, destacou-se o Sensor Pill, um comprimido que podia ser engolido e que monitorizava o estado do canal de digestivo e de outros órgãos associados.

Outro acessório de *Wearable Technology* é a SenseWear Armband, um produto desenvolvido pela BodyMedia. A SenseWear Armband consiste numa bracelete com uma ligação *wireless* e com sensores que monitorizam a temperatura do corpo, o movimento, temperatura da pele, temperatura ambiente e ritmo cardíaco. A SenseWear Armband contém um *accelerometer* de 2 eixos, sensores de temperatura (que permitem monitorizar as variações de temperatura, a temperatura da pele e a temperatura ambiente) e recebe a informação relativa aos batimentos cardíacos através de um Polar que consiste numa banda colocada à volta do peito que permite a monitorização, em tempo real, do batimento cardíaco através de um relógio. A SenseWear Armband funciona até 3 dias sem precisar de ser recarregada e tem capacidade de armazenamento de dados até 5 dias. Existe *software* que permite a integração de alertas de áudio e metas a atingir. A possibilidade de fornecer uma comunicação bidirecional faz com que a SenseWear Armband sirva como um ponto central para recolher dados vindos de outros dispositivos (Bonato 2009a).

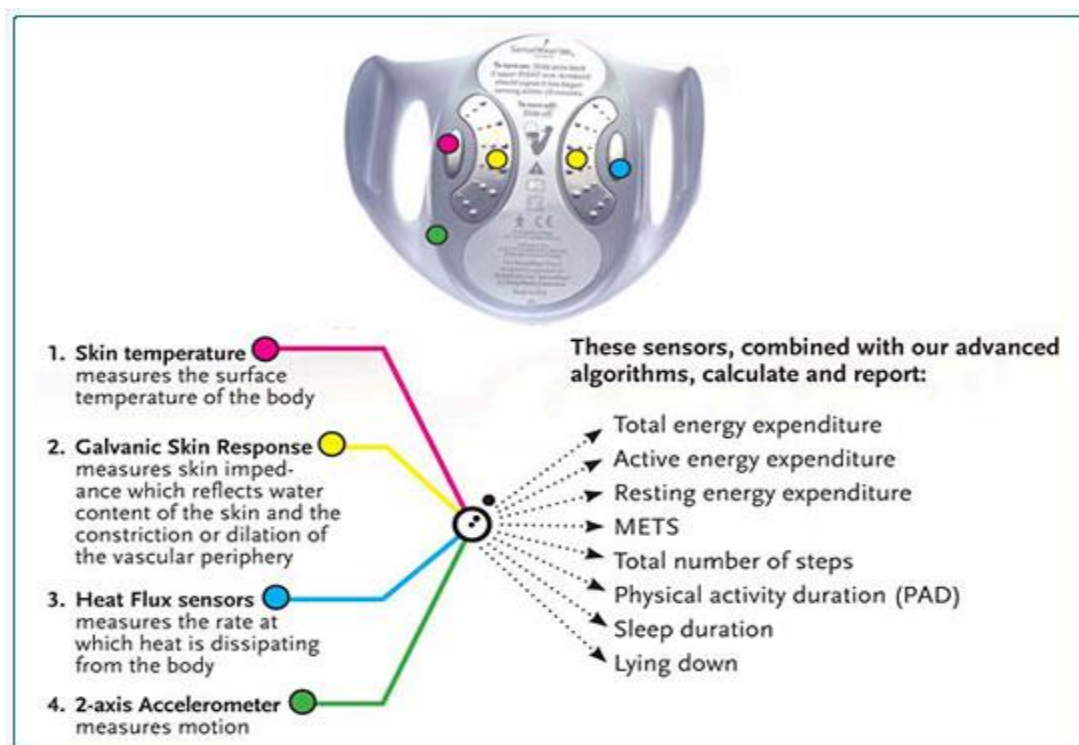


Figura 11 - SenseWear Armband da BodyMedia

FONTE: www.microstarins.com

2.4.1 Smart Scarf

A monitorização e análise de algumas doenças crónicas requerem a medição de sinais de pulsação associados às artérias. A duração e a amplitude destes sinais fornecem informação relevante. Existem vários métodos para medir estes sinais: o mais utilizado é o princípio fotoelétrico. Uma luz emitida por um LED é refletida e transmitida pelos músculos, pele e vasos sanguíneos antes de ser recebida pelo foto díodo. Para evitar a influência no foto díodo, potencialmente causada por outros instrumentos de iluminação, o sensor tem de estar pressionado contra o corpo do utilizador. O SmartSP consiste num cachecol que oferece ao utilizador uma sensação natural sem qualquer tipo de restrições em atividades dentro e fora de casa (Chen et al. 2014) e é baseado num novo tipo de nano sensor sensível. A explicação para que o SmartSP seja um cachecol passa pelo facto de se encontrar em ligação direta com a pele e assim conseguir identificar mais facilmente os sinais de pulsação.

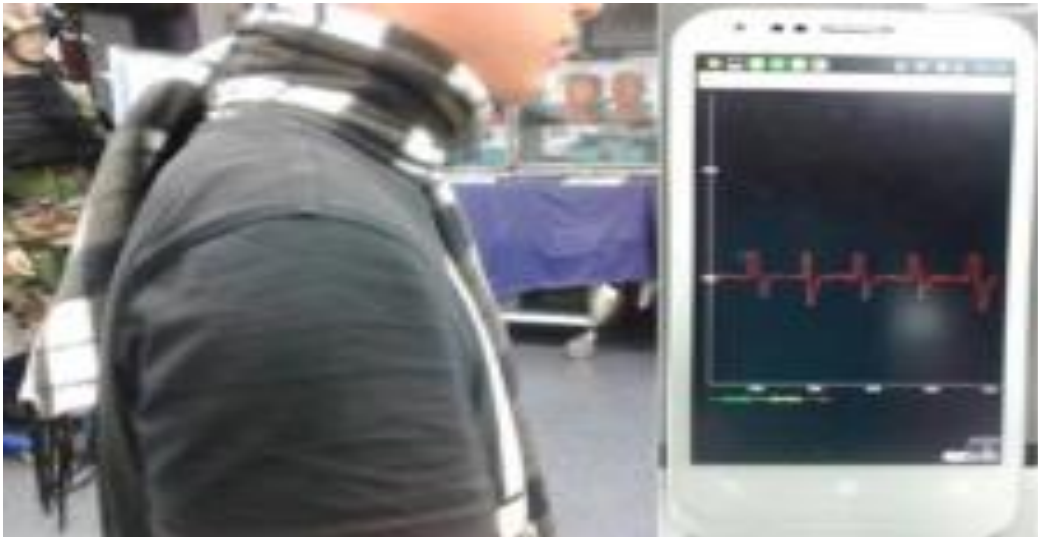


Figura 12 - SmartSP e o display dos dados num sistema Android

Em 2014 foi feito um teste utilizando o SmartSP onde 100 pessoas iriam utilizar este cachecol e posteriormente iriam relatar a sua experiencia. O primeiro passo passou pela monitorização dos sinais de pulsação e se estes estavam a ser emitidos e recebidos corretamente. O segundo passo consistiu em avaliar o feedback dos participantes de modo a perceber se o SmartSP era um acessório confortável, onde todos os participantes relaram que não se notava que o SmartSP era um acessório tecnológico e que era bastante confortável. Os resultados deste estudo foram positivos ficando apenas por resolver a influência gerada pelos movimentos do pescoço, falar e tossir.

2.4.2 Aplicações clinicas

Devido aos avanços recentes na tecnologia na área da comunicação, hoje em dia é possível a monitorização a longo prazo de utentes. Acredita-se que as *Wearable Technologies* estão destinadas a fornecer, a técnicos especializados e a médicos, novas ferramentas para gerir um número de condições médicas dependentes apenas na observação e recolha de dados num ambiente comunitário e familiar (Bonato 2009b).

2.4.3 Uso de *Wearable Technology* na reabilitação de pacientes que tiveram AVC

Um AVC consiste numa rutura de um vaso sanguino do cérebro. Isto afeta as habilidades cognitivas, de perceção, de linguagem e a capacidade motora de uma pessoa. A recuperação e

um AVC é um processo longo que continua para além do hospital. Em Portugal, em 2012, cerca de 13.020 pessoas foram vítimas mortais de AVCs.

O processo de reabilitação é guiado pela avaliação clínica das capacidades motoras do paciente. Telereabilitação tem o potencial de facilitar este processo ao estender a terapia motora para além daquela efetuada dentro de um ambiente clínico. Uma análise precisa das capacidades motoras é fundamental para a seleção da melhor terapia para o paciente. Esta análise é baseada na observação do comportamento da capacidade motora. *Wearable Sensors* podem ser utilizados para fornecer dados preciso das capacidades motoras num ambiente familiar, nomeadamente em casa do paciente. (Bonato 2009a) realizou um estudo utilizando um *eTextile* em formato de luva, referido como *data glove*, incorporado com *accelerometers*. A *data glove* tinha o objetivo monitorizar movimentos e facilitar a implementação de terapia física com base no uso de vídeo jogos. Os *accelerometers* foram utilizados para prever a *WolfFAS*. A *WolfFAS* fornece uma medida da qualidade de movimento medindo a velocidade, amplitude de movimento e suavidade dos gestos. A *data glove* serviu para monitorizar as ações de agarrar e largar utilizando vídeo jogos. Este estudo provou que as *wearable technologies* utilizadas são adequadas a este tipo de tratamento.

2.4.4 Tratamento para Parkinson

A doença de Parkinson (Parkinson Disease, PD) é a segunda doença neuro degenerativa mais comum na meia-idade: em 2005, aproximadamente 4 milhões de pessoas foram diagnosticadas com PD e estima-se que esse número cresça para mais de 9 milhões em 2030 (Dubey et al. 2015). PD afeta a capacidade motora tal como a capacidade de discurso. Dubey et al. (2015) Desenvolveram um sistema chamado Echowear que recolhia e analisava dados através de diversos exercícios de discurso para pacientes com PD. O Echowear consiste num sistema de monitorização de discurso com o auxílio dos sensores e aplicações de *smartwatches*. A monitorização pode ser feita através de um *smartphone* ou de um *tablet*. Basicamente, considera-se que o smartwatch é uma extensão do smartphone que fornece a oportunidade para os utilizadores de responder instantaneamente a atividades dos seus *smartphones*. Os pacientes com PD usam um smartwatch moderno com um SO Android. O smartwatch recebe comandos do smartphone, ou *tablet*, para iniciar a gravação. Os dados de discurso são gravados pelo microfone incorporado no smartwatch. Para este sistema foi desenvolvido uma arquitetura *Wearable Internet of Things* que permite uma ligação sem entraves de dispositivos Android a

outros *wearable devices*. Quando é iniciada a gravação dos dados o smartwatch transmite continuamente os dados através de Bluetooth. Após a gravação os dados são convertidos para um formato áudio que já é compatível com a maior parte dos leitores.

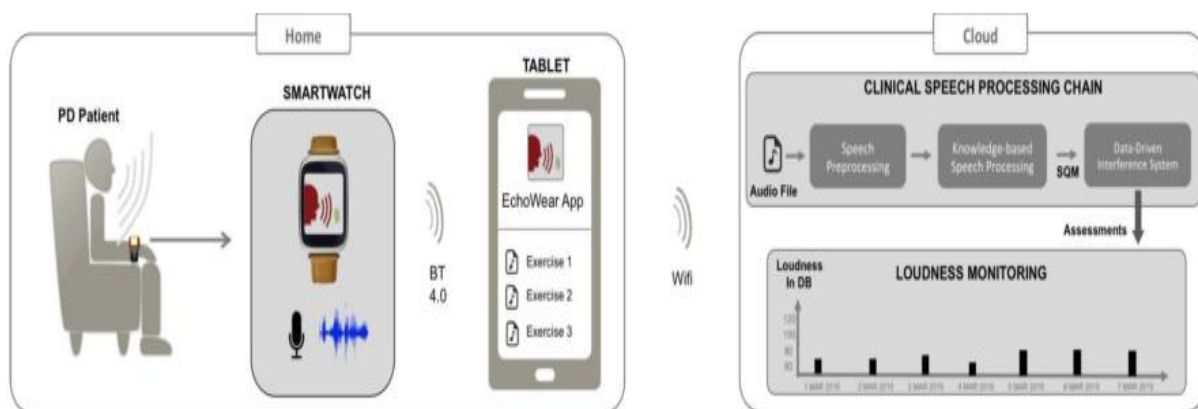


Figura 13 - Sistema EchoWear, EchoWear

FONTE: Bonato (2009a)

Bonato (2009a) efetuou um estudo para a monitorização de pacientes diagnosticados com PD utilizando *wearable sensors*. O estudo consistia nos pacientes realizarem uma série de movimentos enquanto estavam a utilizar *accelerometer sensors* nas extremidades do corpo. O objetivo do estudo passou por prever os níveis de *bradykinesia*, *dyskinesia* e vibrações derivadas dos dados dos *accelerometers*. As principais características medidas pelos *accelerometers* foram a intensidade, periodicidade e coordenação de movimentos. O estudo concluiu que é possível realizar uma previsão de sintomas de PD com uma taxa de erro dentro de parâmetros aceitáveis.

2.4.5 Enteroscopia com o uso de *Wearable Technologies*

Uma enteroscopia consiste num exame que permite a visualização do intestino delgado, segmento mais longo do trato gastrointestinal (Salomão 2013) tem sido uma área em constante desenvolvimento nas últimas décadas. Surgiu em 2001 e facilitou os procedimentos de visualização e análise ao intestino delgado (Pinho 2012).

A Endoscopia por cápsula é um método não-invasivo de diagnóstico que se baseia na deglutição de um dispositivo não reutilizável que percorre o tubo digestivo aproveitando a propulsão resultante dos movimentos peristálticos normais. O sistema de endoscopia por

capsula depende de três componentes: a cápsula endoscópica, sensores externos tal como um gravador/recetor de dados portátil e uma estação de trabalho no computador com o *software* essencial para o processamento dos dados. Para o estudo do intestino delgado são fabricados 4 dispositivos. Na prática clínica, as cápsulas mais utilizadas são as *PillCam SB2*, com mais de um milhão utilizadas até 2010. Em 2007 surgiram a *EndoCapsule* e a *MiroCam*, tendo esta última inovado ao desenvolver um sistema de transmissão de dados que utiliza o organismo como meio de condução, permitindo poupanças energéticas consideráveis. Por último, a cápsula *OMOM*, cujo uso não está ainda aprovado em todo o mundo, pretende garantir preços bastante inferiores com resultados clínicos semelhantes (Pinho 2012). A endoscopia por cápsula permite detetar vários problemas no intestino delgado como hemorragia digestiva obscura, doença inflamatória intestinal, doença celíaca, tumores, síndromes hereditárias de polipose e síndrome de *Lynch*. No esófago permite detetar o esófago de Barrett e varizes esofágicas.



Figura 14 - Cápsulas Endoscópicas para o estudo do Intestino Delgado

A seguinte tabela, num estudo feito por Sílvia Pinho, apresenta as vantagens e limitações desta técnica.

Tabela 2 - Vantagens e Desvantagens da Endoscopia por cápsula

| Vantagens | Desvantagens/Limitações |
|--|---|
| Minimamente invasivo | Tempo de bateria limitado |
| Boa aceitação e tolerância pelos pacientes | Visualização prejudicada pela existência de matéria fecal |
| Sem necessidade de sedação ou anestesia | Incapacidade de controlo do movimento, de aspiração ou de irrigação |
| Visualização completa do Intestino Delgado | Incapacidade de realização de procedimentos terapêuticos |

| | |
|--|---|
| Realização em ambulatório | Achados frequentes de significado indeterminado |
| Capacidade de detetar lesões de tamanho reduzido | Possibilidade de ocorrência de problemas técnicos |

2.4.6 Utilização de uma aplicação móvel para diabetes

Cada vez mais são desenvolvidas aplicações na área da saúde para dispositivos móveis. Ultimamente nota-se um aumento de aplicações para a gestão de diabetes. O potencial destas aplicações passa pela facilidade de comunicação com vários tipos de sensores. Outra vantagem consiste na fiabilidade na transmissão de dados para técnicos médicos.

Em dezembro de 2014 havia apenas um aplicativo tanto na App store da Pebble, que era a Diabetes Diary, como na Play Store para o Android Wear.

2.5 Conclusão do Estado da Arte

Através da elaboração do estado da arte sobre WTs na área da saúde conclui-se que as WTs são uma opção viável no futuro da medicina. A sua versatilidade e adaptabilidade fazem com que as WTs possam ser utilizadas em diversas áreas da saúde. Existem alguns estudos realizados em comunidades onde os seus participantes utilizavam WTs para fazer a medição dos seus sinais vitais e caso necessário era enviado um alerta para os serviços de emergência. Embora os resultados destes estudos foram positivos ainda não se vê uma implementação de WTs na área da saúde. Isto deve-se ao facto de que as WTs são uma tecnologia que só recentemente se tem vindo a conhecer. Também devido ao nível de inovação apresentado pelas WTs muito investigadores dizem que a população pode não aderir ao uso desta tecnologia, pois a utilização das WTs iria provocar uma mudança rápida na vida das populações e também na logística dos hospitais e centro clínicos.

3 Métodos e resultados

Após uma pesquisa extensiva sobre WTs verificou-se que não existem estudos deste tipo em Portugal. Quer dizer que não foi possível encontrar estudos que mostrem se as WTs são utilizadas em Portugal.

Com efeito, e sendo esta a principal questão de investigação, é importante perceber se a comunidade médica portuguesa está a acompanhar e se conhece as WTs e se a população de Portugal está disposta a aderir às WTs. Isto levanta algumas questões relevantes, tanto em relação à comunidade médica, com à população em geral.

Como este propósito de perceber a adesão da comunidade médica às WTs, foram propostas as seguintes questões:

1. Perceber se o conceito de WTs é conhecido e saber se as WTs são utilizadas;
2. Perceber as potencialidades das WTs na área da saúde em Portugal;
3. Perceber o nível de aceitação e de aplicabilidade das WTs na comunidade médica em Portugal;
4. Perceber o nível de aceitação das WTs pela população geral em Portugal.

De acordo com o já explanado no capítulo introdutório, e relativamente à metodologia escolhida para este presente trabalho, o grande capítulo de recolha de informação empírica foi dividido em duas grandes fases: entrevistas exploratórias face-a-face, e semi-estruturadas, e uma segunda fase com inquéritos *on-line*, com perguntas fechadas e abertas. Na primeira fase a amostra foi de 5 pessoas, escolhida de forma denominada ‘por conveniência’, e na segunda fase, o dos inquéritos *on-line*, a amostra foi aleatória, e as respostas são anónimas. De qualquer forma será importante referir, e como é habitual neste tipo de inquéritos elaborados por alunos na sua etapa de estudo para o grau de mestre, os inquéritos foram enviados quer a pessoas amigas, quer a profissionais, pedindo-se que reenviassem o inquérito a outras pessoas. Assim, podemos falar aqui da técnica de *snow-ball*, para a recolha da informação.

3.1 Entrevistas Exploratórias

3.1.1 Objetivo e instrumento

O objetivo principal das entrevistas exploratórias é perceber se a comunidade médica conhece e se está a acompanhar as WTs e se já as aplicam. Também é importante saber a posição dos especialistas sobre questões de recolha de dados, as barreiras existentes, a sua opinião sobre a posição dos seus utentes em relação sobre as WTs e como são apresentados novos produtos/técnicas ao centro/hospital.

O guião de entrevista (ver Anexo A) foi baseado no guião de entrevista usado por Óscar da Costa Ribeiro na sua tese de Mestrado de Gestão da Saúde e no questionário de doutoramento da professora Isabel Pedrosa.

A amostra das entrevistas exploratórias consistiu em 5 pessoas, 4 do sexo feminino e 1 masculino. Estas foram escolhidas devido à disponibilidade que tinham e também devido ao seu interesse em WTs. Os participantes consistem num cirurgião, uma fisioterapeuta, uma terapeuta operacional, uma enfermeira e uma gerente de um ginásio.

A questão 1 pretendeu descobrir se o entrevistado conhecia a expressão de WTs. Caso o sujeito estivesse familiarizado com o termo a pergunta seguinte consistia em descobrir se WTs eram utilizadas no local de trabalho do entrevistado. A questão 2, 3 e 5 têm como objetivo perceber as potencialidades e aplicabilidade das WTs na área da saúde. As questões 4 e 6 já são mais viradas para a aceitação destas tecnologias pela comunidade.

Relativamente ao procedimento, as entrevistas exploratórias foram conduzidas oralmente pelo entrevistador aos profissionais de saúde em variados locais entre o dia 17 de Abril e 14 de Maio de 2016, em horário de conveniência para os entrevistados.

3.1.2 Resultados das entrevistas exploratórias

Nas entrevistas exploratórias tentou-se induzir ao entrevistado a necessidade de fomentar futuramente a utilização da WTs na área da saúde. Embora todos tenham estado de

acordo na inquestionável valia das WTs na área da saúde, todos manifestaram as mesmas reservas, ou seja, as dificuldades em um utente aderir a estas tecnologias tanto pela sua inovação como, eventualmente, pelos custos da sua utilização. Reafirma-se o que se disse no ponto 2.5, ou seja, tanto para os técnicos de saúde como para os utentes, mantem-se a ideia que as WTs, embora eficazes e de inquestionável futura utilização, ainda são atualmente extremamente onerosas tanto para o prestador de serviços médicos como para o beneficiário delas.

Em jeito de conclusão pode afirmar-se que as entrevistas exploratórias trouxeram a perspetiva de uma parte da comunidade médica em relação às WTs na área da saúde, mas devido à dimensão pouco significativa da amostra achou-se necessária a realização de um questionário de forma a obter novos dados e a completar a informação das entrevistas exploratórias.

3.2 Questionário *on-line*

3.2.1 Objetivo e instrumento

De seguida procedeu-se ao levantamento de informação via questionário *on-line*, de forma aleatória e anónima, com perguntas fechadas, com o objetivo de comprovar os dados analisados nas entrevistas exploratórias e de descobrir o nível de aceitação das WTs pela população portuguesa. Este questionário é destinado a tanto pessoal da área da saúde como à população geral.

Este segundo método passou pela elaboração de um questionário, pois embora as entrevistas exploratórias tragam um novo aspeto sobre as WTs em Portugal, a dimensão da amostra não é a desejável para se retirarem conclusões com um maior grau de fiabilidade.

O questionário destina-se tanto a profissionais da área médica como às pessoas em geral. Além de precisarmos de conhecer a posição da comunidade médica sobre as WTs é necessário também saber o que a população considera destas tecnologias e se está disposta a utilizá-las no futuro. Este questionário tem como principal objetivo saber se a comunidade médica conhece e utiliza WTs e perceber o nível de aceitação da comunidade portuguesa na utilização das WTs.

O estudo foi realizado através de questionários *on-line* (Anexo B).

O questionário foi dividido em 3 partes: a 1ª é relativa a informação geral do participante, a 2ª parte é destinada a profissionais de saúde e a 3ª à população em geral.

Na 1ª parte pergunta-se a idade, sexo, habilitações, profissão e se a atividade profissional do participante está de alguma forma ligada à área da saúde. Caso a resposta a esta última pergunta seja “não” o participante passa diretamente para a 3ª parte do questionário. Caso a resposta seja “sim” o questionário avança para a 2ª parte destinada a profissionais de saúde.

Como dito anteriormente, a 2ª parte destina-se a profissionais de saúde. A primeira pergunta destina-se a saber se o participante está familiarizado com o conceito de WTs. Caso a resposta seja negativa irá aparecer uma definição de WTs para que o resto do questionário possa ser preenchido. A pergunta seguinte tem o objetivo de saber se são utilizadas WTs no local de trabalho do participante, e caso este as utilize deverá indicar os dispositivos que utiliza no seu local de trabalho. Na pergunta 4 o profissional de saúde deve responder a sua opinião se os seus utentes estariam dispostos a utilizar WTs 24 horas por dia. Caso a resposta seja não deverá ser justificada pois é importante saber a opinião dos profissionais de saúde sobre os níveis de aceitação das WTs dos seus utentes. A pergunta 5 e 6 têm como objetivo perceber a opinião dos profissionais de saúde em relação ao tipo de monitorização que deve ser realizada. Na última pergunta pretende-se saber a opinião dos profissionais de saúde sobre barreiras de implementação às WTs.

A 3ª parte do questionário é destinada à população em geral com o objetivo de compreender se esta está familiarizada com o conceito de WTs e o seu nível de aceitação. Como anteriormente a 1ª pergunta destina-se a saber se o participante está familiarizado com o conceito de WTs e, caso não esteja, é fornecida uma definição para permitir que o participante conheça o termo e esteja apto a preencher as restantes questões desta secção. Com a pergunta 2, 3, 4 e 5 pretende-se saber até que ponto as WTs são utilizadas pela comunidade em geral. A última pergunta pretende-se saber a posição da comunidade em geral em relação às barreiras de implementação das WTs.

3.2.2 Resultados do questionário *on-line*

Foram recolhidos 137 questionários, incluindo profissionais de saúde e de outras áreas profissionais (estudantes, bancários, contabilistas certificados, assistentes sociais, advogados e juristas, técnicos de informática, professores, pessoal da área de vendas e área administrativa).

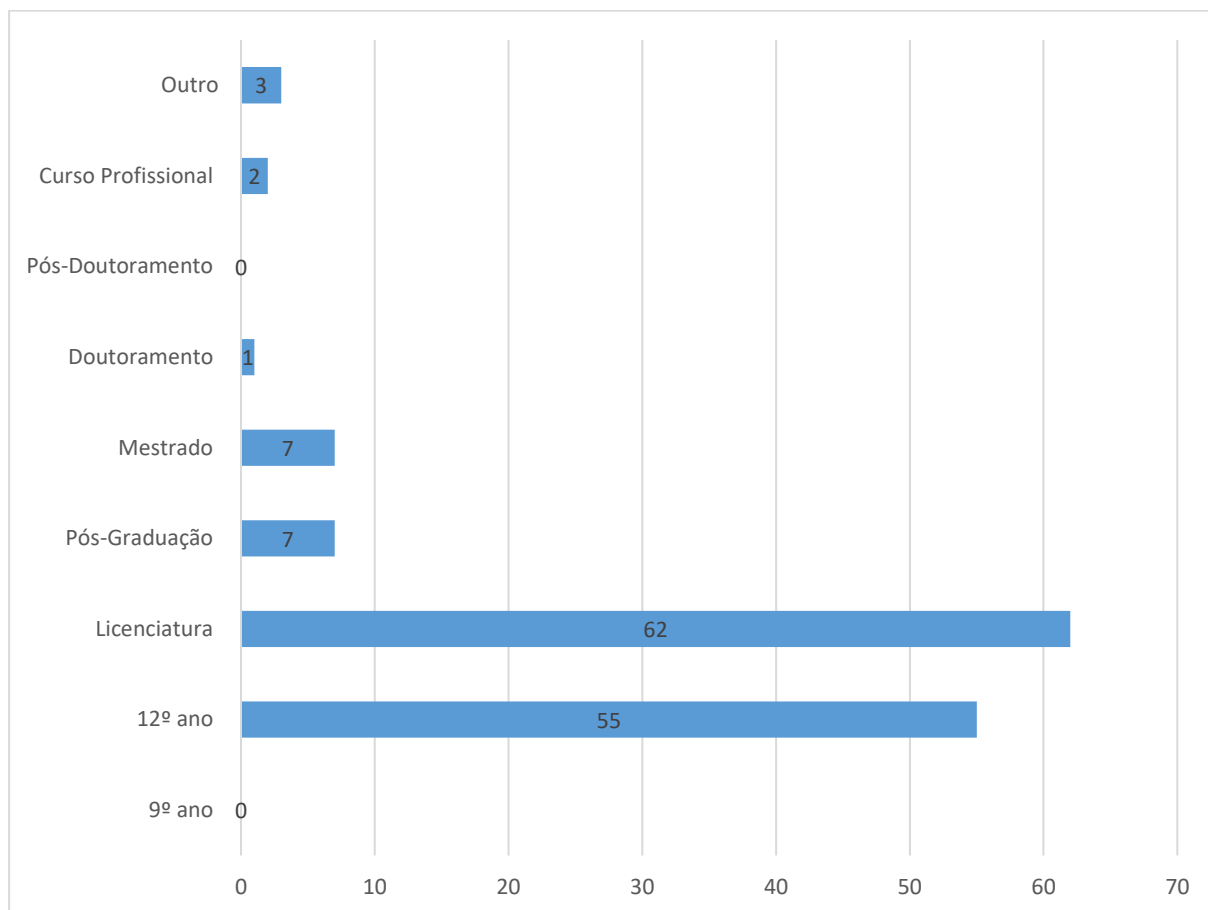


Gráfico 1: Habilitações Académicas dos participantes no questionário on-line

Das 137 respostas ao inquérito podemos observar que a maioria dos inquiridos possui habilitação ao nível da Licenciatura (62) ou de 12º ano de escolaridade (55).

O gráfico 2 demonstra, e analisando apenas as respostas do pessoal profissional da área da saúde (23 respondentes), que o conceito de WTs não é muito conhecido, sendo o conceito conhecido apenas por 8 profissionais e apenas 1 menciona que utiliza no seu local de trabalho. Porém, todos estes profissionais consideraram que esse era um conceito com futuro na área da medicina e que aceitariam utilizar um dispositivo WT durante 24 h /dia para registar os sinais vitais.

Ao considerar os profissionais de outras áreas (exceto saúde), verifica-se que há 35 pessoas que estão familiarizadas com o termo WT (contra 88 que não estão). Porém, no grupo desses respondentes, 49 não aceitariam utilizar monitorização contínua através de um dispositivo embora 10 dessas respostas negativas mencionem que o utilizariam se fosse por razões de saúde. Nos casos de resposta negativa à utilização, são apontadas razões relacionadas

com a falta de privacidade desses dispositivos, com a questão de serem invasivos, incómodos, de impedirem que os utilizadores possam descansar convenientemente.

Importa indicar que, no caso de os inquiridos não estarem familiarizados com o conceito WTs, era apresentada uma breve definição para que o restante inquérito pudesse ser completado.

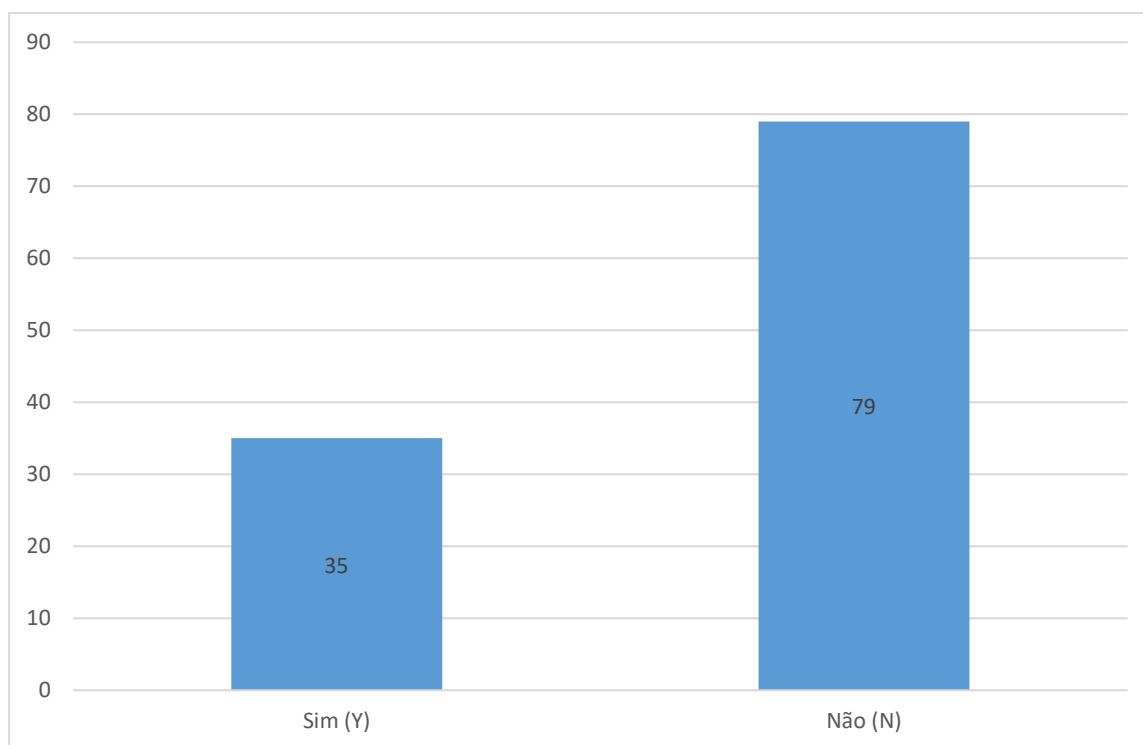


Gráfico 2: Conhecimento das *Wearable Technologies* em todos os respondentes

Após a apresentação da definição de WTs, perguntou-se a estas pessoas se utilizavam WTs diariamente. Apenas uma minoria de 10 pessoas utiliza WTs com uma frequência diária, tal como se poderá visualizar no gráfico 3.

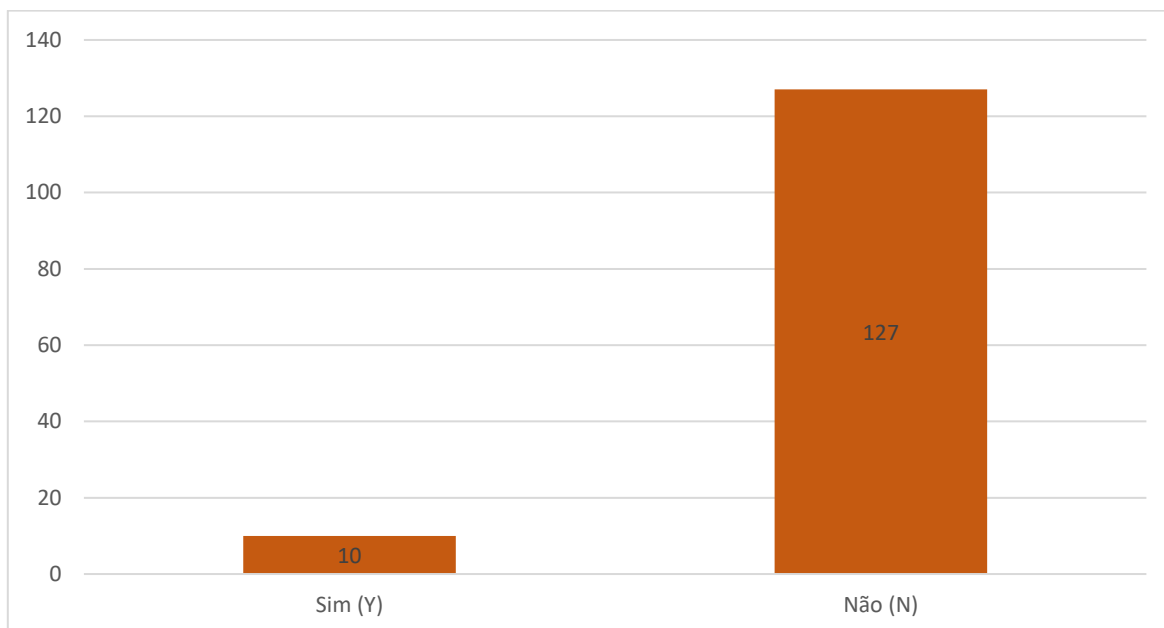


Gráfico 3: Utilização diária de WTs por parte de pessoal da área da saúde

De modo a perceber a opinião dos inquiridos sobre possíveis áreas onde as WTs podem ser mais utilizadas a questão colocada colocou diferentes áreas onde estas tecnologias poderiam ser aplicadas. A maioria dos inquiridos respondeu que a atividade física é onde consideram que as WTs são mais utilizadas de momento (Gráfico 4). Isto deve-se às vantagens apresentadas a nível de monitorização cardíaca e de posição geográfica.

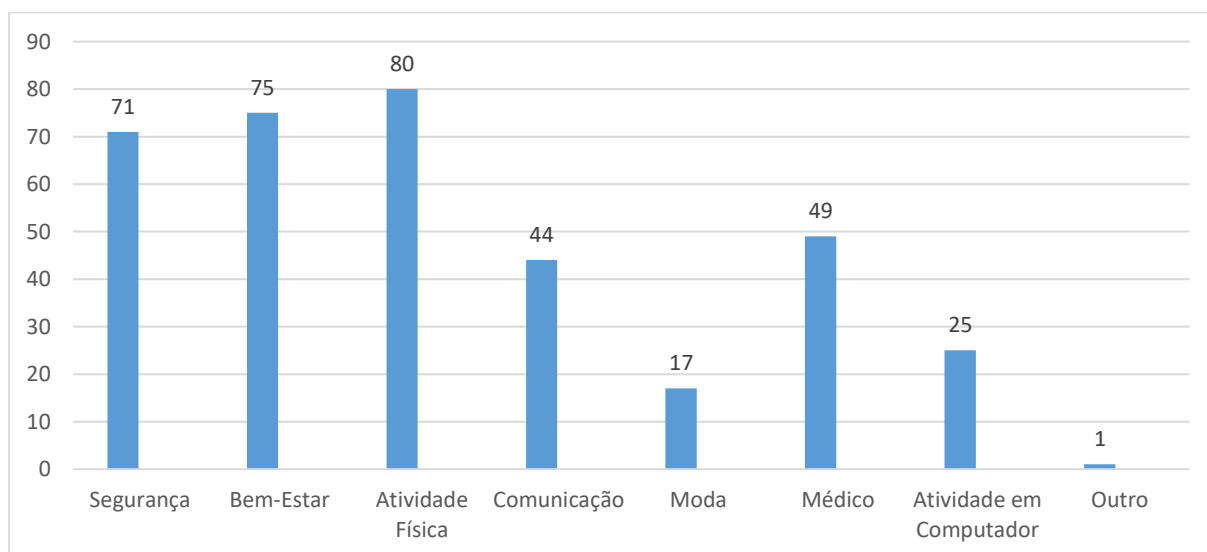


Gráfico 4: Contextos de utilização das *Wearable Technologies*

De uma maneira geral, e após saberem em que consistem as WTs, os inquiridos concordam (88) com uma monitorização contínua feita pelas WTs (Gráfico 5)

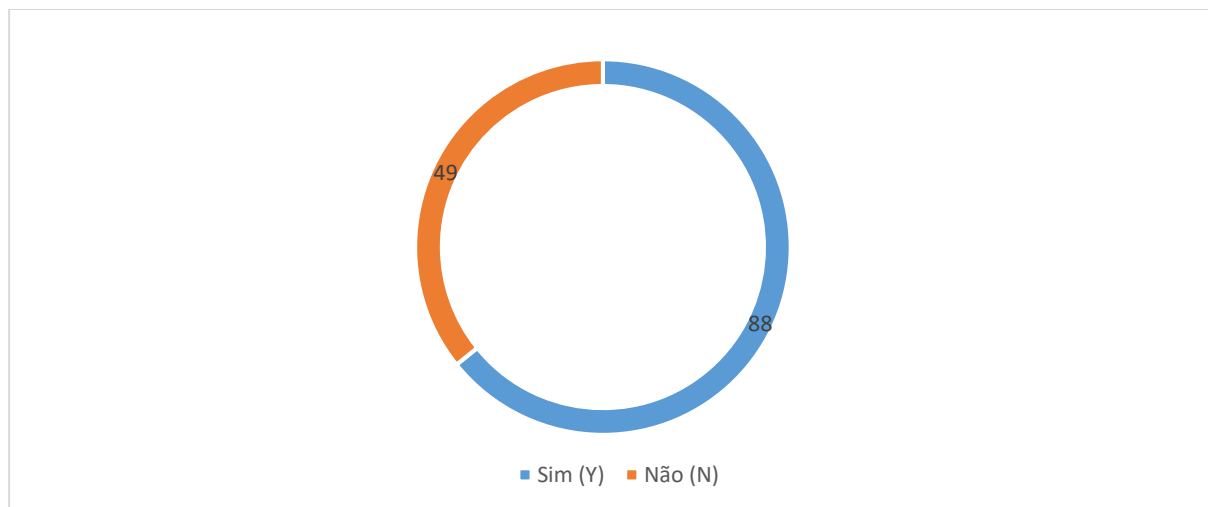


Gráfico 5: Monitorização contínua, 24h/dia

Embora se concorde que deva haver uma monitorização constante também é reconhecido que existem barreiras à adoção das WTs. A maioria dos inquiridos concorda que as principais barreiras à implementação das WTs são de origem financeira (88), logo seguidas das culturais (31), Logísticas (30) e Legislativas (27), conforme se poderá verificar no Gráfico 6.

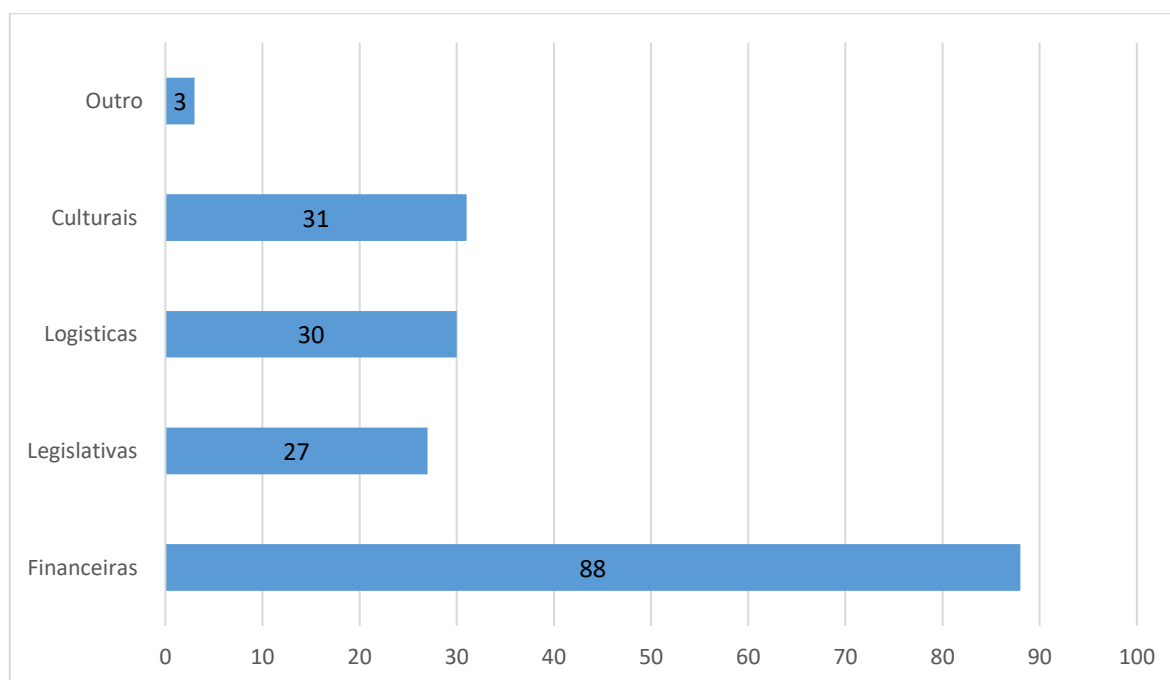


Gráfico 6: Barreiras à utilização das WTs

Em suma, através da análise do Gráfico 2 concluímos que 79 dos inquiridos não conhece o termo de WTs, tendo assim apenas 35 respondido de uma forma positiva.

Ao cruzarmos estes dados com os dados do Gráfico 4 podemos também chegar à conclusão que os inquiridos sabem o que são WTs e até as utilizam, apenas não estão familiarizados com o termo, visto que as utilizam para diversas atividades, sendo as mais significativas a atividade física, o bem-estar e a segurança. Embora não represente o valor mais baixo, a utilização de WTs na área medica não é muito elevado. Isto deve-se ao facto de a monitorização precisar de sensores muito específicos, o que leva a um aumento de preço destes dispositivos. Isto pode ser confirmado com os dados da Gráfico 6, onde 88 dos inquiridos indica que a principal barreira à implementação das WTs é financeira. Esta opinião é partilhada por todos os entrevistados.

4 Discussão dos Resultados

O presente capítulo apresenta a discussão dos resultados das duas fases de recolha de dados empíricos. De seguida serão apresentadas as conclusões das entrevistas exploratórias e dos inquéritos *On-line*.

4.1 Discussão das Entrevistas Exploratórias

Para a análise dos resultados, foi elaborada uma tabela onde os dados mais importantes foram inseridos para serem comparados entre todos os entrevistados (Anexo C).

O primeiro dado importante a referir é que nenhum dos entrevistados estava familiarizado com o conceito de WTs, embora já tinham conhecimento de alguns destes acessórios, como o *Smartwatch*, a *Smartshirt* e o Google Glass.

Relativamente à monitorização dos dados, todos os entrevistados concordaram que a recolha dos dados deveria ser feita de forma assíncrona. Em casos excecionais um entrevistado concordou que deve existir uma monitorização constante em doentes de alto risco, nomeadamente doentes cardíacos. Outra exceção aplica-se a doentes com demência, onde deve existir uma monitorização em tempo real por GPS.

Outro aspeto comum passa pela natureza das barreiras para com as WTs. Todos os entrevistados referiram barreiras financeiras dizendo que o investimento iria que ser muito grande visto que os equipamentos são demasiado caros.

Todos os entrevistados percebem as vantagens que as WTs lhes trazem, mas consideram que, pelo menos numa fase inicial, não se deveriam aplicar a toda a população, pois parece-lhes que o público em geral não está preparado e que não iria aceitar o seu uso. No entanto, concordam, como já foi dito, que deve ser aplicada a tipos específicos de população. Um dos entrevistados refere que o principal motivo para a população não aderir passa pelos custos adicionais associados à adesão às WTs.

Em relação a perspetivas futuras apenas um dos entrevistados diz que, pessoalmente, se deve apostar na área da robótica. Os restantes participantes, embora entendam que as WTs são um possível futuro para a área da medicina, consideram que ainda é um investimento demasiado grande.

4.2 Discussão dos inquéritos *on-line*

Para a apresentação dos questionários *on-line* foram realizados os Gráficos 1 a Gráfico 6 com o objetivo de perceber se os dados obtidos através das respostas aos questionários se encontrariam em linha com os resultados obtidos nas entrevistas exploratórias.

De forma análoga ao verificado nas entrevistas, os respondentes demonstraram não estar à partida, familiarizados com o termo WT, mas reconhecerem algumas aplicações particulares: ou seja, não reconhecem o termo pela denominação *Wearable Technologies*, mas sim pela designação dos diversos dispositivos utilizado. Também se conclui que, de momento, são reconhecidas às WTs aplicações em atividades de bem-estar, atividade física e segurança. Este aspeto também é referenciado na literatura.

Quando questionados sobre a possível aceitação de monitorização contínua e da possível utilização de WTs 24 horas por dia, de modo a que os dados vitais sejam monitorizados constantemente, a maioria dos respondentes manifestaram que aceitariam esse facto. Porém, dos que responderam negativamente, salienta-se o facto de mencionarem que consideram que “*não conhece ainda bem o conceito*” (ou seja, os potenciais utilizadores não conseguem identificar quais seriam os limites de utilizar uma tecnologia desse tipo), “*seria incómodo*”, “*invasivo*”, “*desconfortável*” (consequentemente, estes respondentes não percecionam ainda as WTs como algo que poderá ter uma relação com o utilizador), que não veriam necessidade de utilizar ou que apenas utilizariam se fosse por uma questão de saúde e ainda que a utilização das WTs lhes causaria uma limitação da sua independência e também da sua privacidade.

Da revisão da literatura verifica-se que vários dispositivos que foram utilizados em testes e ensaios com pacientes que possuíam determinadas patologias crónicas tinham tido boa aceitação por parte dos utilizadores.

É relevante perceber o que poderá ser um inibidor ou uma barreira à utilização das WT já que os respondentes até se manifestam disponíveis para utilizar as WT, porque é que ainda não as estão a utilizar de forma mais extensiva: os dados obtidos revelam que a principal barreira relativa à utilização e WTs é de origem financeira, embora sejam também apontadas barreiras culturais, legislativas e logísticas.

5 Conclusões e trabalho futuro

No início da investigação, levantou-se a questão da aplicabilidade das *Wearable Technologies* especialmente na área saúde e, ainda, as suas vantagens e inibidores do desenvolvimento, com um especial foco no nosso país. Desta forma, compreender estas realidades, constituiu-se como o objetivo principal deste trabalho.

Como se pode concluir através da análise do estado da arte, as WTs podem ser adaptadas basicamente a qualquer área. Especificamente na área da saúde, a qual estamos a estudar em particular, também podemos observar, e através do trabalho de vários autores, que as WTs podem ser personalizadas e adaptadas. Mais ainda, na descrição da utilização atual das WTs, foi possível concluir que estas podem ser aplicadas em qualquer área e poderão adicionalmente ser utilizadas em conjunto com outros dispositivos.

Esta fase de revisão da literatura permitiu, assim, entender que esta é uma área com um vasto e promissor potencial de mercado. E que a área da saúde, neste caso focando o caso de Portugal, poderá ser objeto de um franco desenvolvimento, permitindo resultados tão importantes como a diminuição das filas de espera nos hospitais e centros de saúde, permitir a monitorização a distância de paciências crónicas, evitando deslocações desnecessárias aos locais de atendimento e reduções à autonomia dos pacientes, apenas para nomear algumas das problemáticas evidentes à partida do presente trabalho.

Após a análise dos resultados da recolha de informação, obtidos quer através das entrevistas exploratórias e quer através dos inquéritos *on-line*, podemos concluir que uma maioria da população em geral e uma maioria dos profissionais de saúde apostam que as WTs podem apresentar uma via na evolução da medicina.

No entanto também concordam que existem algumas barreiras a serem ultrapassadas, nomeadamente a barreira cultural e a barreira financeira. A maioria dos inquiridos tem a opinião que a população portuguesa não está pronta para adotar uma monitorização constante utilizando estas tecnologias, pois acreditam que a população portuguesa não está preparada para esta evolução demasiado repentina. Além disto existe o problema financeiro. A opção pela aquisição e manutenção de WTs não é mais barata, à partida, quando comparada com outras

possibilidades em vigor, pois estes são dispositivos relativamente recentes e, para serem utilizados com máxima eficácia, devem ser customizados para cada utente o que representa, inicialmente, um custo significativo.

Em jeito de conclusão final, podemos afirmar que as WTs podem ser utilizadas de forma eficaz na área da saúde em Portugal. Esta aplicação trará, com certeza, vantagens quer para os profissionais da saúde, quer para a população em geral. O primeiro benefício óbvio será a diminuição do tempo de espera, quer nos hospitais, quer nos centros de saúde. Ainda podemos concluir, e dado o potencial da utilização destas tecnologias, que algumas das pessoas que não têm oportunidade desta deslocação, poderão passar a usufruir de exames médicos outrora inacessíveis.

O trabalho futuro passa por estudos a diferentes áreas da medicina onde as WTs possam ser aplicadas de maneira mais eficaz. Nas entrevistas exploratórias existiu um consenso sobre este facto, em que as WTs podem - e devem - ser aplicadas a áreas de medicina específicas, como, por exemplo, a área da cardiologia, permitindo assim uma monitorização contínua de pacientes com doenças cardiovasculares.

É ainda objetivo num futuro trabalho poder contribuir para a análise destas tecnologias do ponto de vista económico e de mercado.

É ainda importante referir que esta dissertação deu origem a um trabalho apresentado na conferência científica CISTI'2016 – 11ª Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologias de Información, o qual se encontra indexado nos motores EI, IEEE Xplore, INSPEC, ISI, SCOPUS e Google Scholar. Neste artigo, foi apresentada a primeira parte desta dissertação, correspondendo ao Estado da Arte (Anexo D.)

6 Referências bibliográficas

- AAhmadi, A., Rowlands, D. & James, D.A., 2010. Towards a wearable device for skill assessment and skill acquisition of a tennis player during the first serve. *Sports Engineering*, 2(3–4), pp.129–136.
- Arsand, E. et al., 2015. Performance of the First Combined Smartwatch and Smartphone Diabetes Diary Application Study. *Journal of Diabetes Science and Technology*, p.1932296814567708. Available at: <http://dst.sagepub.com/content/early/2015/01/08/1932296814567708.full>.
- Azuma, R.T., 1997. PRES_6-4_Azuma_web. , pp.355–385.
- Bash, E., 2015. Mashable Launches Google Glass Viral Prediction App. *PhD Proposal*, 1. Available at: <http://mashable.com/2013/05/14/mashable-launches-velocity-for-google-glass/#UV8L5H6wrGqY>.
- Bonato, P., 2009a. Advances in wearable technology for rehabilitation. *Stud Health Technol Inform*, 145, pp.145–159.
- Bonato, P., 2009b. Clinical applications of wearable technology. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, 2009, pp.6580–6583. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19964699>.
- Chen, D.. et al., 2014. A smart scarf for pulse signal monitoring using a flexible pressure nanosensor. *Proceedings - International Symposium on Wearable Computers, ISWC*, pp.237–242. Available at: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-84907691606&partnerID=40&md5=804f549dcd8450fbc304ff9bb4bd1ef>.
- D’Orazio, D., 2014. Google reveals Android Wear, an operating system for smartwatches. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), pp.1689–1699. Available at: <http://www.theverge.com/2014/3/18/5522226/google-reveals-android-wear-an-operating-system-designed-for>.
- Developers, G., 2015. Google Mirror API Terms of Service. *Google Developers*. Available at: <https://developers.google.com/glass/terms>.
- Dubey, H. et al., 2015. EchoWear : Smartwatch Technology for Voice and Speech Treatments of Patients with Parkinson ’ s Disease.
- Fallis, A., 2013. Google’s New Tools Show How Deep Glass Will Embed in Our Lives. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), pp.1689–1699. Available at: <http://www.wired.com/2013/11/google-glass-sdk>.
- Friedlein, A., 2014. Digital Marketing and Ecommerce Trends and Predictions for 2014. *eConsultancy*. Available at: <http://econsultancy.com/reports/digital-marketing-and-ecommerce-trends-and-predictions-for-2014/>.
- Giles, E. & van der Linden, J., 2014. Using eTextile Objects for Touch Based Interaction for Visual Impairment. *Proceedings of the 2014 ACM International Symposium on Wearable Computers: Adjunct Program*, pp.177–183. Available at: <http://doi.acm.org/10.1145/2641248.2641351>.
- Glauser, W., 2013. Doctors among early adopters of Google Glass. *Canadian Medical Association Journal*, 185(16), pp.1385–1385. Available at:

<http://www.cmaj.ca/cgi/doi/10.1503/cmaj.109-4607>.

Hyun, D. et al., 2015. *Pr E oo f Pr E oo f* , 47(3), pp.1–20.

Kumar, S. et al., 2008. Ubiquitous computing for remote cardiac patient monitoring: a survey. *International journal of telemedicine and applications*, 2008(iv), p.459185. Available at: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2442250&tool=pmcentrez&endertype=abstract>.

Lee, Y., 2010. *Wireless vital signs monitoring system for ubiquitous healthcare with practical tests and reliability analysis*,

Lin, C.S. & Lee, I.T., 2010. Applying multiple description coding to enhance the streaming scalability on CDN-P2P network. *International Journal of Communication Systems*, 23(5), pp.553–568.

Lyons, K. et al., 2004. Twiddler typing: one-handed chording text entry for mobile phones. *Proceedings of the 2004 conference on Human factors in computing systems - CHI '04*, 6(1), pp.671–678. Available at: <http://portal.acm.org/citation.cfm?doid=985692.985777>.

Mann, S., 2012a. “ GlassEyes ”: “ GlassEyes ” Background : The Transparent Society Veillance : A Theory of Glass : Wearable Computing : , 31(3), pp.10–14.

Mann, S., 1996. Smart clothing: the shift to wearable computing. *Communications of the ACM*, 39(8), pp.23–24.

Mann, S., 2012b. Through the glass, lightly [viewpoint]. *IEEE Technology and Society Magazine*, 31(3), pp.10–14.

Mann, S., 1997. Wearable computing: A first step toward personal imaging. *Computer*, 30(2), pp.25–32.

Muensterer, O.J. et al., 2014. Google Glass in pediatric surgery: An exploratory study. *International Journal of Surgery*, 12(4), pp.281–289. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijsu.2014.02.003>

Pandey, A., 2014. Google Glass And Drones To Assist Nepal In Fighting Poachers In Protected Areas. Available at: <http://www.ibtimes.com/google-glass-drones-assist-nepal-fighting-poachers-protected-areas-1618460>.

Peshock, A., Dunne, L.E. & Duvall, J., 2014. Argot. *the 2014 ACM International Symposium*, pp.87–92. Available at: <http://dl.acm.org/citation.cfm?doid=2641248.2641266>

Pinho, S., 2012. Cápsula endoscópica.

Quivy, R. & Campenhoudt, L. Van, 1998. Manual de investigação em ciências sociais. *Vasa*, pp.1–34. Available at: <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>

Ribeiro, O.C., 2014. em Assisted Living Technologies :

Salomão, B., 2013. Enteroscopia. , 53(9), pp.1689–1699. Available at: http://www.endodigest.com.br/enteroscopia_27.html.

Sergey Brin, 2015. Why Google Glass? *Ted*. Available at: https://www.ted.com/talks/sergey_brin_why_google_glass#t-15928.

Sutherland, I.E., 1968. A head-mounted three dimensional display. *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I on - AFIPS '68 (Fall, part I)*, p.757. Available at: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=1476589.1476686>.

Xu, C., Pathak, P.H. & Mohapatra, P., 2015. Finger-writing with Smartwatch: A Case for Finger and Hand. *Proceedings of the 16th International Workshop on Mobile Computing Systems and Applications - HotMobile '15*, pp.9–14. Available at: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2699343.2699350>.

Anexos

Anexo A. Guião de Entrevistas Exploratórias

Entrevista Exploratória a Profissionais de Saúde sobre *Wearable Technologies*

Objetivos:

- Perceber a utilização e diversidade na aplicação das *Wearable Technologies* em Portugal
- Compreender a posição da comunidade médica sobre a implementação de *Wearable Technologies*

1º Parte – Introdução

- Agradecer a disponibilidade para contribuir para a minha tese de mestrado de Sistemas de Informação de Gestão no ISCAC
- O objetivo desta entrevista é perceber a adoção e aceitação das *Wearable Technologies* em Portugal.
- As *Wearable Technologies* consistem na incorporação de componentes tecnológicos em acessórios de roupa ou em objetos que transportamos ou utilizamos. No campo da saúde, podem ser utilizadas monitorizar pacientes com doenças crónicas (ataques de coração, smartshirt) e também podem ajudar em tratamentos para Parkinson (ECHO Wear para fala, Accelerometers para movimentos) e pacientes que sofreram de AVCs (accelerometers, monitorização em ambiente familiar) (ex: camisa, anel, óculos)
- Estimo que esta conversa tenha a duração de 30 a 35 minutos (não definido ainda). Peço também a sua autorização para a gravação já que só dessa forma asseguro que as opiniões expressas são totalmente capturadas neste trabalho. Garanto total confidencialidade das opiniões dadas.

2º Parte – Entrevista (Ribeiro 2014)

1. Está familiarizado com *Wearable Technologies*?
 - a. Sim -> Perguntar se as utilizam no centro/hospital em questão pergunta 2
 - i. SIM-> registar as WT na tabela
 - ii. NÃO-> pergunta 4
 - b. Não -> pergunta 4

2. Registrar utilizações das WT na TABELA
3. A monitorização dos dados registados é realizada em tempo real ou de forma assíncrona?
 - a. CASO não seja em tempo real: conhece o motivo de não serem transmitidos os dados em tempo real para um servidor do hospital? Qual a sua opinião sobre a monitorização em tempo real?
 - 3.b **Caso não se utilize WT.** Caso houvesse a utilização de WT em atividades de monitorização considera que a informação recolhida deveria ser registada em tempo real nos servidores do centro ou que deveria ser posteriormente analisada?
4. Conhece barreiras de natureza legislativa, logística, financeira ao uso de *Wearable Technologies*? Quais? Algum motivo específico de algum motivo interno?
5. Na sua opinião, considera que os utentes aceitariam, num futuro próximo, um tipo de monitorização contínua? (relacionado com o conceito de sistema de saúde ubíquo)
6. As tecnologias/técnicas de monitorização que refere que se encontram em utilização são específicas deste hospital?
 - a. **Se não** pode dar exemplos de outros locais onde possam ser utilizadas
7. Como são divulgados ou apresentados os novos tratamentos ou equipamentos na instituição a que pertence? (saber como são, ou se são, divulgadas as *Wearable Technologies*)
8. Algum comentário a adicionar?

Anexo B. Inquéritos *On-line*

Inquérito *on-line*

Parte 1 – [idade, sexo, escolaridade]

Idade

Sexo

- Feminino
- Masculino

Escolaridade

- Sem instrução
- 9º ano
- 12º ano
- Licenciatura
- Pós-Graduação
- Mestrado
- Doutoramento
- Pós-doutoramento
- Curso Profissional
- Outro:

Qual a sua Profissão?

A sua atividade profissional é exercida na área da saúde?

- Sim
- Não

Parte 2 – Pessoal Médico

Está familiarizado com o conceito de *Wearable Technologies*?

- Sim
- Não – Caso a resposta seja não aparece uma breve definição sobre *Wearable Technologies*.

Utiliza *Wearable Technologies* no seu local de trabalho?

- Sim - Caso seja respondido sim aparece uma nova pergunta Quais? Para se saber quais as WTs que se utilização
- Não

Considera que as *Wearable Technologies* têm futuro na área da medicina?

- Sim. Porquê?
- Não. Porquê?

Considera que os utentes aceitariam utilizar um dispositivo *Wearable* 24 horas por dia de modo a registar os seus dados vitais?

- Sim
- Não – Caso seja respondido não aparece uma nova pergunta Porquê para se conhecer os motivos

Na sua opinião considera que a recolha de dados vitais do utente deve ser feita de forma assíncrona (dados extraídos e analisados posteriormente) ou tempo real?

- Forma Assíncrona
- Tempo Real

Porquê?

Na sua opinião quais dos seguintes pontos se podem classificar como barreiras de implementação das *Wearable Technologies*?

- Financeiras
- Legislativas
- Logísticas
- Culturais
- Outro:

Parte 3 – Geral

Está familiarizado com o conceito de *Wearable Technologies*?

- Sim
- Não - Caso a resposta seja não aparece uma breve definição sobre *Wearable Technologies*.

Utiliza WTs no seu dia a dia?

- Sim - Caso seja respondido sim aparece uma nova pergunta Quais? Para se saber quais as WTs que se utilização
- Não

Em que contexto?

- Trabalho
- Lazer
- Atividade Física
- Comunicação
- Moda
- Médico
- Atividade em Computador
- Outro:

Caso utilize, quantas vezes, aproximadamente utiliza as *Wearable* durante a semana?

- 1 vez
- 2 vezes
- 3 vezes
- Mais de 3 vezes
- Todos os dias

Estaria disposto a utilizar as *Wearable Technologies* 24 horas por dia?

- Sim
- Não - Caso seja respondido não aparece uma nova pergunta Porquê para se conhecer os motivos

Na sua opinião quais dos seguintes pontos se podem classificar como barreias à implementação das *Wearable Technologies*?

- Financeiras
- Legislativas
- Logísticas
- Culturais
- Outro:

Anexo C. Tabela de Respostas de Entrevistas Exploratórias

| | | | |
|---|---------------------|-------------------------|--------------------------------------|
| Data entrevista | 18/4/2016 | 17/4/2016 | 13/5/2016 |
| Nome entrevistado | Cândida Meca | Mariana Ferreira | Bárbara Sousa |
| Profissão | Enfermeira | Fisioterapeuta | Gerente/Professora Pilates |
| Está familiarizado com <i>Wearable Technologies</i> ? | Não | Não | Não |
| Monitorização dos dados registados é realizada em tempo real/ de forma assíncrona | Não, nada | De forma assíncrona | Não há acesso à informação registada |
| Conhece o motivo de não serem transmitidos os dados em tempo real para um servidor do hospital? Qual a sua opinião sobre a monitorização em tempo real? | Não, nada | Não | Não |
| Barreiras de natureza legislativa | | | |
| Barreiras de natureza logística | | | |

| | | | |
|----------------------------------|--|---|---|
| Barreiras de natureza financeira | falta de verbas. | | não é possível ainda fazermos esses investimentos |
| Outras barreiras de natureza... | Não percebem | Normalment e o que acontece é que confiam mais nos dados que nós lá na clinica avaliamos do que os que eles têm. | |
| Motivos das barreiras | Acho que o nosso povo é um bocadinho, não queria dizer atrasado, mas acho que iria perceber as vantagens que lhes iria trazer. | | É difícil. É muito à frente(...)acham que nós estamos a vender mais um produto para eles gastarem mais um pouco aqui dentro |
| Outra informação relevante | “Só queria que já estivessem esses aparelhos em circulação.” | Pessoa que usa e não sabe Encontra vantagens na monitorização em tempo real e acredita que os doentes também | |
| Perspetivas futuras | | | |

| | | |
|---|--|--|
| Data entrevista | 2/5/2016 | 14/5/2016 |
| Nome entrevistado | Paulo Claro | Lélia Sousa |
| Profissão | Cirurgião | Terapeuta operacional |
| Está familiarizado com <i>Wearable Technologies</i> ? | Não | Não |
| Monitorização dos dados registados é realizada em tempo real/ de forma assíncrona | Forma assíncrona | Monitorização por GPS é feita em tempo real. |
| Conhece o motivo de não serem transmitidos os dados em tempo real para um servidor do hospital? Qual a sua opinião sobre a monitorização em tempo real? | Em tempo real acha vantajoso para doentes de risco, nomeadamente cardíacos | Não se justifica o resto ser em tempo real. |
| Barreiras de natureza legislativa | | |
| Barreiras de natureza logística | | |

| | | |
|---|--|---|
| Barreiras de natureza financeira | Equipamentos muito caros | Não há condições para investir mais em WTs |
| Outras barreiras de natureza... | A adesão às WT iria depender do tipo de população. | A população não iria aderir por motivos financeiros |
| Motivos das barreiras | | |
| Este Hospital é o único que apresenta este tipo de serviço na região de Coimbra | Não se aplica | Não se aplica |
| Outra informação relevante | | |
| Perspetivas futuras | Acha que se deve apostar em nano robótica | |

André de Jesus Viegas, O futuro da *Wearable Technology*: o estudo de caso da área médica

Anexo D. Artigo publicado na 11.^a CISTI, Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias da Informação

Estado da Arte da *Wearable Technology*: Aplicações na área médica

State-of-the-art in Wearable Technology: Medical area applications

André Viegas
Coimbra Business School – IPC
Quinta Agrícola - Bencanta
Coimbra, Portugal
andre.viegaspt@gmail.com

Maria Madalena Abreu
Coimbra Business School – IPC
Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL), Lisboa, Portugal
Business Research Unit (BRU-IUL)
Av. das Forças Armadas, Lisboa
1649-026 Lisboa, Portugal
mabreu@iscac.pt

Isabel Pedrosa
Coimbra Business School – IPC
Instituto Universitário de Lisboa (ISCTE-IUL), Lisboa, Portugal
ISTAR-IUL
Av. das Forças Armadas, Lisboa
1649-026 Lisboa, Portugal
ipedrosa@iscac.pt

Resumo — Existem cada vez mais acessórios tecnológicos nas nossas vidas podendo os exemplos ir de uns óculos, um simples anel, até a uma camisa tecnológica. Tal representa uma inovação na miniaturização dos componentes tecnológicos ao ponto de serem adaptados/acoplados aos acessórios que usamos no dia-a-dia. Assim, o conceito de *Wearable Technology* consiste na incorporação destes componentes tecnológicos em acessórios de roupa ou em objetos que transportamos. Implica isto que a *Wearable Technology* se apresenta com uma sub-área da *Internet of Things* visto que incorpora objetos físicos com sensores e *software*, permitindo que esses objetos troquem dados com um servidor ou com outro dispositivo sem a intervenção humana. Compreender as oportunidades e a utilização da *Wearable Technology* na área da saúde é o principal objetivo deste artigo, considerando a quantidade de propostas já existentes no mercado para esta área de negócio e o aumento do número de utentes que podem sobrecarregar o atendimento nos hospitais e centros de saúde e que poderiam facilmente ser monitorizados a distância.

Palavras Chave – *Wearable Technology*; *Saúde*; *Internet of Things*; *Realidade aumentada*

Abstract — Actually there are more technological devices in our lives which may vary from glasses, a ring or to a technological shirt. Such development represents an innovation in miniaturizing technological components to such a point where they can be used as accessories we use in everyday life; meaning this, *Wearable Technology* consists in the incorporation of technological components in clothing accessories or objects we carry. This implies that *Wearable Technology* is a subarea of *Internet of Things* since it incorporates physical objects with sensors and software that allows them to exchange data without human intervention. This is the case of the devices that increasingly are being developed for the medical area, especially because of the growing number of patients overloading hospitals and medical centers.

Keywords – *Wearable Technology*; *Healthcare*; *Internet of Things*; *Augmented Reality*

I. INTRODUÇÃO

Os acessórios tecnológicos fazem, cada vez mais e de uma forma omnipresente, parte da nossa vida. A miniaturização e a incorporação de componentes tecnológicos permitem, atualmente, a monitorização em tempo real de alguns dados biométricos, nomeadamente, o batimento cardíaco, a temperatura e a pressão arterial. Isto permite a prevenção de várias patologias ou problemas de saúde antes de estes evoluírem para estágios graves. O conceito de *Wearable Technology* consiste na incorporação de componentes tecnológicos em peças de roupa ou acessórios que possam ser vestidos pelos utilizadores. Considerando uma utilização mais genérica, a *Wearable Technology* é usada, principalmente, para a prática de exercício físico através da monitorização cardíaca, velocidade, calorías gastas e posição geográfica, sendo esta uma utilização muito popular entre os desportistas, por exemplo em ténis e golfe [1]. A *Wearable Technology* está fortemente ligada ao conceito de *Internet of Things*. Este último diz respeito à rede de ligações efetuada por objetos que utilizamos no dia-a-dia, partilhando informação de forma segura e através de IPv6 [2] e encontrando-se equipados com inteligência ubíqua. A *Internet of Things* vai aumentar a ubiquidade da *Internet* ao integrar interações de diversos objetos através de sistemas integrados, o que leva a uma rede altamente distribuída de dispositivos a comunicar com seres humanos e outros dispositivos [3]. Adicionalmente, esta tecnologia representa uma possibilidade de monitorização não-invasivo.

A questão que se levanta nesta investigação consiste na aplicabilidade da *Wearable Technology* em diversas áreas, em especial na área saúde, ainda, nas suas vantagens e inibidores do desenvolvimento, bem como os benefícios do ponto de vista económico e de mercado. Compreender estas realidades constitui-se como o objetivo principal deste trabalho. Assim, será apresentada uma sistematização da literatura disponível sobre o tema das *wearable technologies* (secção II) e na área da saúde (secção III). E, por fim, uma conclusão (secção V) e IV?

II. WEARABLE TECHNOLOGY: PERSPETIVA GENÉRICA

Atualmente assiste-se a um forte crescimento do mundo das *Wearable Technologies* devido, especialmente, ao facto de serem relativamente novas no mercado e inovadoras no facto de permitirem acesso em tempo real a serviços que até agora não seriam exequíveis. No entanto, como acontece em domínios similares, esta novidade pode levar a alguma resistência por parte de diferentes grupos da população. De forma sumária, pode dizer-se que estes acessórios consistem na incorporação de componentes tecnológicos em acessórios utilizados no dia-a-dia como, por exemplo, uma peça de roupa, um relógio ou um anel. Estes acessórios estão associados aos conceitos de *ubiquitous computing* e *wearable computers*.

Ubiquitous computing é um conceito baseado em engenharia de *software* e ciência de computadores que diz respeito à incorporação de computadores em qualquer instrumento ou aparelho. *Wearable Computers* consistem em dispositivos tecnológicos de pequena dimensão que são usados por um utilizador debaixo, em cima ou mesmo incorporados em acessórios de roupa. Estes dispositivos são, normalmente, de pequena dimensão e são adaptados a determinada tarefa, tornando-os produtos bastante flexíveis. De seguida, apresentam-se os produtos que são mais conhecidos e adotados pelo público em geral, apresentando, em primeiro lugar, a visão de Steve Mann que iniciou, nos anos 80, os seus trabalhos sobre a temática. Os exemplos apresentados dizem respeito às áreas de visão e acessórios de vestuário.

a) Década de 80: contributos de Steve Mann

Na década de 80 Steve Mann começou a realizar experiências com *wearable computing* e comunicação *wireless* e relatou que, devido ao aspeto do *wearable computer*, as pessoas olhavam para ele de uma maneira repugnante [4]. O objetivo de Mann passava por testar mais a funcionalidade e a capacidade de transmissão de dados do que a discrição do dispositivo. Este *wearable computer* consistia num capacete com uma antena, que detetava redes *wireless*, e um visor que continha um ecrã de computador miniaturizado. Foram feitos testes no prédio mais alto de Cambridge para testar a ligação *wireless* e a receção de dados. Steve Mann constatou a possibilidade de consultar *emails* em tempo real sem grande perda de dados. [5] Ao desenvolver este *wearable computer*, Mann tinha como visão, num futuro próximo, ajudar as pessoas com problemas visuais através de radares e sensores. Para tentar atingir esse objetivo Mann então focou-se no GlassEye. Este dispositivo consistia nuns óculos onde a câmara estava diretamente sobreposta no olho, eliminando assim tonturas e náuseas (dois dos inconvenientes apontados durante a utilização) a longo prazo [6]

a) Smartwatch

Um dos acessórios mais conhecidos é o *Smartwatch*, o qual se iniciou com o objetivo principal de auxiliar em cálculos (numa primeira versão e na década de 80, chamado relógio calculadora desenvolvido pela Casio), e que, hoje em dia, já permite a ligação em Bluetooth a um telemóvel e reproduzir todas as suas funcionalidades, tendo-se transformado numa versão simplificada de um computador móvel.

b) Google Glass

O Google Glass enquadra-se numa tecnologia chamada *optical head-mounted display*. Um *optical head-mounted display* consiste num dispositivo capaz de projetar imagens, permitindo, assim, ao seu utilizador a capacidade de ver uma realidade aumentada, conceito que surgiu com os trabalhos e publicações de Ivan Sutherland nos anos 60 [7]. Realidade aumentada representa uma variação da realidade virtual. A realidade virtual oferece uma experiência completamente imersiva e não permite ao seu utilizador visualizar o mundo real ao seu redor. A realidade aumentada permite ao utilizador visualizar o mundo real em sua volta com objetos virtuais [8]. O Google Glass funciona em complementaridade com um *smartphone*, mostrando toda a informação e a opção de comunicação com o *smartphone* através de comandos de voz. O Google Glass foi desenvolvido pela Google X, uma empresa que faz parte da Google com a missão de descobrir e desenvolver novas tecnologias, como por exemplo, carros sem condutor. O Google Glass distingue-se especialmente dos *optical head-mounted displays* anteriores por apresentar uma estrutura mais pequena. O primeiro protótipo é semelhante a óculos comuns mas as lentes são substituídas por um *head-up display*. Quando foi lançado o protótipo do Google Glass, este era ainda mais leve do que quaisquer óculos de sol comuns. Em 2013, uma edição “beta” Google Glass foi disponibilizada para venda a alguns utilizadores e *developers* da Google. Intitulava-se *Explorer Edition* e tinha um custo de \$1500.

O Google Glass é composto por um *touchpad* que se encontra de lado, permitindo ao utilizador mudar de menu com um simples deslize. Também possui uma câmara com capacidade de gravação de vídeo HD. O display é constituído por cristais líquidos, um sistema de cor sequencial e um sistema de iluminação LED. O Google estabeleceu ainda uma parceria com a Luxottica com o objetivo de oferecer aos seus utilizadores variedade de armações. Fazendo uso do seu sistema operativo Android, o Google Glass permite o desenvolvimento grátis de aplicações por parte de *developers* independentes, além de fazer uso das aplicações Google como Maps, Now, Google+ e Gmail. Para este efeito a Google lançou a *Mirror API*. Nos termos de contrato de utilização está estabelecido que os *developers* não podem incluir publicidade nem cobrar pelas suas aplicações que desenvolverem. A maioria destas últimas consiste no fornecimento de notícias, reconhecimento facial, exercício físico, traduções e partilhas em redes sociais. Durante a fase “beta”, a Google foi lançando novas aplicações e novos *development kits*, nomeadamente o *Glass Development Kit*. Com este *kit* foi lançada a aplicação de tradução, designada Word Lens, uma aplicação de realidade aumentada onde, através de uma câmara de telemóvel (ou do Google Glass) se identifica qualquer tipo de texto e, de imediato, é apresentada tradução no idioma que o utilizador tenha definido. Em março de 2014, a Google lançou o *Android Wear*, que consistia num sistema operativo para *smartwatches*. Em junho de 2015 foi criada uma ligação entre o *Google Glass* e o *Android Wear* permitindo ao utilizador receber as notificações do seu *smartwatch* no Google Glass.

Em junho de 2014, o Governo do Nepal adotou o Google Glass para abordar caçadores ilegais no Parque Internacional de Chitwan, tornando-se o primeiro país no mundo a incluir este dispositivo em operações militares, permitindo a localização de animais e pássaros em florestas através GPS ou saber a localização de patrulhas militares.

c) *SmartShirt*

A *Smart Shirt* pertence à categoria *eTextile* ou *smart clothing* que consiste numa malha com uma camada de fibra ótica. A *Smart Shirt* tem sido utilizada pelo exército dos Estados Unidos da América para detetar feridas feitas por balas, tendo como base a monitorização dos dados vitais de quem veste este acessório. A estrutura da *Smart Shirt* é extremamente versátil o que se constitui como a sua principal vantagem. Apresentou-se como sendo o primeiro dispositivo a fornecer, de forma sistemática, dados vitais de um ser humano com um método completamente não-intrusivo. Os circuitos integrados que compõem a *Smart Shirt* estão preparados para recolher informação sobre a temperatura, ritmo cardíaco e o ritmo de respiração de quem veste. Adicionalmente, pode ser instalado um microfone para transmitir dados de voz sobre as localizações de monitorização. Sensores adicionais podem ser facilmente integrados na estrutura. O núcleo da *Smart Shirt* denomina-se *Smart Shirt controller*, o qual tem como função transformar em informação os dados vitais recolhidos e enviando para um repositório de dados. A ideia original de incorporar sensores em vestuário foi também utilizada por uma equipa do Georgia Institute of Technology. Os frutos desta pesquisa levaram precisamente ao desenvolvimento da *Smart Shirt* [9]. A primeira *Smart Shirt* foi desenvolvida pela Sensatex e monitorizava o batimento cardíaco, temperatura e movimentos do tronco. Após o desenvolvimento da *Smart Shirt* uma outra empresa na mesma área de negócio, a VivoMetrics, desenvolveu a *LifeShirt* que consiste numa camisa confortável e lavável que monitoriza mais de 30 sinais vitais, como por exemplo respiração, pressão arterial, postura e ECG (Eletrocardiograma). Após o sucesso deste último produto, o Massachusetts Institute of Technology desenvolveu a *MiThril* através de uma arquitetura que combina *hardware* e *software*. O *hardware* engloba a rede de sensores integrada na roupa enquanto o *software* é uma combinação de interfaces com o utilizador e ferramentas de aprendizagem para a máquina em Linux. Esta arquitetura foi já utilizada em plataformas móveis para demonstrar que padrões de conversa frente a frente, dentro do ambiente de trabalho, podem melhorar o desempenho da organização [10]. A arquitetura da *Smart Shirt* para um sistema ubíquo de monitorização de saúde consiste numa rede de sensores wireless na camisa. Estes sensores estão ligados via WiFi a um terminal, que poderá ser um PC, para onde são enviados os dados vitais de cada utente que utiliza a *Smart Shirt*. Os sensores da *Smart Shirt* possuem ainda capacidade de adquirir dados acelerómetro o qual é usado para detetar quedas dos pacientes que utilizam a *Smart Shirt*.

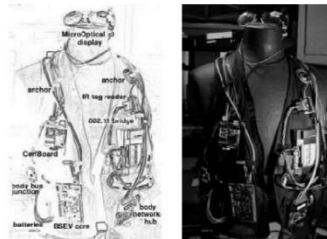


Figura 1 - *MiThril*, <http://www.media.mit.edu/wearables/mithril/>

d) *Argot*, a luva com um teclado

Argot consiste numa luva que permite a introdução de todos os caracteres de um teclado convencional. O desenho do acessório considera tanto vantagens como desvantagens, tais como destreza, feedback, mobilidade, velocidade de *input*, erros e *inputs* incorretos, conforto e experiência [11]. Este dispositivo visa responder ao desafio de permitir escrita em aplicações *wearable* sem ocupar totalmente as mãos. As abordagens anteriores necessitavam que o dispositivo estivesse preso de alguma maneira à mão do utilizador, como por exemplo o *Twiddler*, que consistia num dispositivo que permite a escrita apenas com uma mão e pode atingir 60 palavras por minuto [12]. Os objetivos do projeto *Argot* foram estabelecidos através de uma análise de potenciais tarefas completadas pelos utilizadores, fatores humanos e necessidades do utilizador [11]. Um fator importante no desenvolvimento do *Argot* foi o tipo de linguagem a ser utilizado. Para isto, foi tido em conta o processo de aprendizagem de cada linguagem: a linguagem de sinais americana, código Morse e o alfabeto de Lorm, porém, acabaram por ser descartadas pois a curva de aprendizagem era demasiado elevada. As linguagens mais familiares e universais utilizam teclados *QWERTY* e *Dvorak* mas acabaram por não ser opções viáveis pois requerem muitas teclas e demasiado espaço. As últimas linguagens a serem investigadas foram a *T9/Predictive* e a *multitap*: ambas utilizam um sistema de 9 teclas e podem ser usadas sem que seja necessário a aprendizagem de novas linguagens. *Multitap* permite que um clique tenha diversos *inputs* baseado no número de vezes que é pressionado enquanto *T9* sugere o texto baseado na sequência de *inputs*. O *Argot* é referido como uma abordagem positiva para um acessório que não necessite de ser segurado. Aumenta a sua usabilidade através de feedback constante através do sentido tátil o utilizador [11].



Figura 2 Luva *Argot* (A Wearable One-Handed Keyboard Glove)

III. WEARABLE TECHNOLOGY – ÁREA DA SAÚDE

Como seria de esperar, à medida que a população envelhece aumentam as preocupações relativas à saúde. Isto levanta várias preocupações com impacto nos sistemas de saúde atuais visto que é cada vez mais difícil monitorizar todos os utentes e é cada vez mais difícil para estes se deslocarem a hospitais e centros de saúde. É, então, necessário o desenvolvimento progressivo de um método mais barato e mais eficaz para garantir o bom funcionamento do sistema de saúde e o acompanhamento dos pacientes. Os avanços em tecnologias de comunicação e em sistemas de informação permitem o desenvolvimento de sistemas capazes de enviar dados, nomeadamente sobre temperatura, ritmo cardíaco e pressão arterial. As aplicações de saúde *wireless*, utilizando uma rede de sensores sem fios, podem ajudar vários utentes ao permitir uma monitorização constante e não invasiva, e sem acompanhamento médico regular. Tal sistema não é, todavia, isento de problemas práticos, nomeadamente, os relacionados com a necessidade de uma constante ligação *wireless*, com elevado alcance de dados e níveis de confiabilidade. O *design* destes dispositivos é adaptado ao tipo de utente, sendo que cada utente poderá ter requisitos diferentes. Os principais requisitos para o desenvolvimento de um sistema de monitorização de saúde *wireless* passam pelo ciclo de vida da aplicação (A) e dispositivo, a recolha de *packages* (B), recolha de dados (C), tipos de transmissão de dados (D) e escalabilidade (E). Assim:

- A. O tempo de vida de um sensor *wireless* depende da sua utilização e o tipo de aplicação que usa. Com uma monitorização contínua é necessário que o sensor esteja sempre ativo pois pode ocorrer um evento a qualquer momento.
- B. Em aplicações de monitorização contínua em saúde não é essencial usar um mecanismo de recolha de *packages*, pois isto pode levar a perda de informação e existe um desperdício de recursos. Além disto a transmissão de *packages* requer mais memória do dispositivo.
- C. Um sistema de monitorização de saúde normalmente requer apenas um ponto de recolha de informação por isso deve-se adotar um método de recolha convergente.
- D. Existem duas possibilidades de transmissão de dados. Um meio contínuo e outro não contínuo. Este último apenas realiza a troca de dados quando estes são requisitados pela equipa de monitorização enquanto o meio contínuo requer uma transição de dados em permanência.
- E. A rápida transição de dados é um dos aspetos fulcrais de qualquer sistema de monitorização. Assim, é importante que os protocolos de encaminhamento sejam bem definidos. Em redes de monitorização de saúde os dados são recolhidos a ritmos diferentes e são normalmente diferentes pelo que é necessário garantir uma arquitetura que permita um grande número de sensores.

Um sistema de saúde ubíquo é construído à volta do conceito de inserir sensores não invasivos no corpo humano de modo a formar uma rede de ligação sem fios. As redes de sensores pessoais tornam possível uma monitorização contínua em qualquer lugar e permitem notificar clínicas ou hospitais próximos em caso de emergência. Os parâmetros obtidos pelos

sensores associados aos pacientes podem ser visualizados através de um computador (ou, no passado, num PDA) usando protocolos TCP/IP ou IEEE 802.11. A *base-station* é um dispositivo com a capacidade de receber dados dos sensores *wireless* utilizando ondas radio e posteriormente enviar esses dados para uma unidade móvel utilizando TCP/IP ou IEEE 802.11. Descrevem-se, de seguida, alguns desses sistemas e a sua aplicabilidade em saúde.

a) *UbiMon – Projeto de monitorização ubíqua utilizando wearable sensors*

Um exemplo de um sistema de saúde ubíquo foi implementado no Imperial College de Londres [13]. O projeto tinha como objetivo fornecer um meio contínuo e não invasivo de monitorização de eventos fatais. Para este efeito foi utilizado um cartão que estava inserido num PDA e onde eram recebidos os dados provenientes dos sensores corporais. O PDA, para além de ajudar no processamento de dados, também servia para envio via *wireless* para um servidor central onde, posteriormente, os dados iriam ser analisados por técnicos especializados.

Um dos fatores críticos de uma aplicação na área da saúde é a confiabilidade da transmissão dos dados de saúde/dados médicos. Num sistema de transmissão de dados ideal o *bit error rate* do lado do recetor pode ser afetado por barulho, interferências ou distorções. Uma aplicação de saúde tem um ciclo dinâmico em comparação com aplicações de monitorização de *habitats*. Em aplicações de monitorização de saúde ubíqua o fator a ser medido consiste na vida humana, por isso os métodos de transmissão de dados devem ser analisados antes de serem implementados. Até agora, alguns estudos propuseram para um método de transmissão confiável de dados utilizando os métodos *acknowledgment* ou *negative acknowledgement*. Este método é normalmente utilizado para recuperar erros e perdas de *packages* [13].

b) *CardioNet*

Nos Estados Unidos, a CardioNet foi a primeira fornecedora de um sistema que, através de *wearable sensors*, monitorizava o batimento cardíaco e o ECG. Os dados recolhidos eram enviados para o centro de monitorização da CardioNet, o qual funcionava 24 horas por dia com técnicos especializados. Num estudo clínico, o sistema móvel da CardioNet detetou arritmias graves em 53% dos pacientes que previamente tinham sido monitorizados por um Holter [14].

c) *Wearable Patches e Sensor Pill*

O Jet Propulsion Laboratory da NASA realizou investigação em protótipos de pensos incorporados com sensores com o objetivo de gravar dados fisiológicos durante um longo período de tempo. Estes sensores não invasivos consistiam em unidades bio-telemétricas em miniatura as quais aparentavam ser um penso adesivo. Eram desenhados para comunicar com um aparelho de leitura denominado Readout Unit. Estes pensos continham sensores micro-eletromecânicos não invasivos integrados com circuitos eletrónicos que transmitiam um sinal radio-controlado pelo sensor de output. O penso não continha bateria: em vez disso continha um circuito para extrair energia de um sinal rádio durante uma operação de leitura. Para esta

operação, o aparelho era colocado perto do penso e os sensores do *Wearable patch* mediam a temperatura, ritmo cardíaco, pressão arterial e outros parâmetros fisiológicos. Após este trabalho a NASA iniciou o *Sensor 2000*, um programa dedicado ao desenvolvimento sensores avançados e sistemas biométricos. Dentro destes projetos destacou-se a *Senso Pill*, um comprimido que podia ser engolido e monitorizava o estado do aparelho digestivo e de outros órgãos adjacentes.

d) *Sense Wear*

Outro acessório de *wearable technology* é a *SenseWear Armband*, um produto desenvolvido pela *BodyMedia*. Consiste numa bracelete com uma ligação *wireless* e com sensores que monitorizam a temperatura do corpo, o movimento, temperatura da pele, temperatura ambiente e ritmo cardíaco. A *SenseWear Armband* contém um *acelerómetro* de 2 eixos, sensores de temperatura que são aqueles que permitem monitorizar as oscilações de temperatura, temperatura da pele e a temperatura ambiente e recebe a informação relativa aos batimentos cardíacos através de um *Polar*. Este *Polar* consiste numa banda colocada em volta do peito e permite a monitorização, em tempo real, do batimento cardíaco através de um relógio. A *SenseWear Armband* funciona até 3 dias sem precisar de ser recarregada e tem capacidade de armazenamento de dados até 5 dias. Existe software que permite a integração de alertas de áudio e metas a atingir. A habilidade de fornecer uma comunicação bidirecional faz com que a *SenseWear Armband* sirva como um ponto central para recolher dados vindo de outros dispositivos [10].



Figura 3- *SenseWear Armband* da *BodyMedia*, www.microstarins.com

e) *Google Glass*

Desde o lançamento do *Google Glass*, a comunidade médica começou de imediato a procurar aplicações práticas para o dispositivo, sendo tidos como os profissionais que se podem classificar como “*early adopters*” designação que se refere ao facto estes consumidores serem os primeiros a adotar uma determinada tecnologia, tendo a comunidade médica sido alertada para se preparar para o futuro onde a informação vital fica disponível instantaneamente [15]. Algumas das aplicações a explorar passam pela monitorização à distância dos utentes, visualização de relatórios a meio de uma consulta sem perder a concentração no utente e a capacidade de transmitir cirurgias em direto para estudantes de medicina. Um dos primeiros hospitais a realizar um *test drive* utilizando o *Google Glass* foi o *Hartford Hospital* (*Connecticut*, *EUA*). Os testes consistiam num grupo de médicos de resposta rápida que prestavam serviços médicos num grupo de teste composto por manequins designados para exercícios médicos enquanto tinham acesso a toda a informação instantaneamente. Um segundo grupo monitorizava sinais vitais, medicação, relatórios de laboratório

e falhas de equipamento. Após este teste concluiu-se a possibilidade de existir um sistema central que recolhe e fornece informação em tempo real de e para os dispositivos. O *Google Glass* também é referido como um dispositivo inovador na área da educação de novos estudantes de medicina. A maior vantagem referida passa pela visualização de diversas operações pela perspectiva do cirurgião em alternativa à presença em sala de operações. Em junho de 2013, o médico *Rafael Grossman*, utilizou *Google Glass* para filmar uma operação realizada por ele enquanto numa sala ao lado dois estagiários assistiam, tornando-se, assim, no primeiro registo médico conhecido a usar esta tecnologia com esta aplicação. Mais tarde utilizou esta tecnologia para realizar uma simulação da mesma operação mas realizando-a à distância [16]. Apesar de apresentar inúmeras vantagens e possibilidades, é de esperar que a adesão ao *Google Glass*, por parte dos hospitais, seja lenta consequência da necessidade de transformação digital: os hospitais levarão tempo a digitalizar todas as suas bases de dados, aspeto fundamental para que a utilização de *Google Glass* seja plena. Outro inibidor do desenvolvimento passa pela incompatibilidade com alguns instrumentos, nomeadamente, desfibriladores e bombas de infusão, bem como a bateria do *Google Glass* que tem apenas 45 minutos de autonomia em modo gravação. Todavia, o aspeto mais limitativo na adoção continua a estar relacionado com a necessidade de conformidade com os regulamentos hospitalares: o *Google Glass* não pode ser utilizado porque a informação por ele processada entraria nos servidores *Google* [16]. Outra ordem de problemas diz respeito à esfera jurídica: a tecnologia avança exponencialmente e a regulamentação não acompanha este progresso sendo previsível que possa acontecer mas tal ainda demorará algum tempo [15].

IV. APLICAÇÕES CLÍNICAS

Devido aos avanços recentes na tecnologia na área da comunicação em saúde, hoje em dia é possível a monitorização permanente e a longo prazo de pacientes, estando a *wearable technology* destinada a fornecer, a técnicos especializados e a médicos, novas ferramentas para gerir condições médicas dependentes apenas na observação e recolha de dados num ambiente comunitário e familiar [10]. São agora apresentadas algumas situações onde a *wearable technology* é utilizada como sistema de monitorização à distância na área da Saúde.

a) *Uso da Wearable Technology na reabilitação de pacientes que sofreram AVC*

Um *AVC* consiste numa rutura de um vaso sanguíneo do cérebro, afetando as capacidades cognitivas, de perceção, de linguagem e motoras. Em Portugal, em 2012, cerca de 13.020 pessoas foram vítimas mortais de *AVCs* [18]. A recuperação e um *AVC* é um processo lento e longo que continua para além do hospital, sendo guiada pela avaliação clínica das capacidades motoras do paciente. A *Telereabilitação* tem o potencial de facilitar este processo ao estender a terapia motora para além daquela efetuada dentro do ambiente clínico. Uma análise precisa das capacidades motoras é fundamental para a seleção da melhor terapia para o paciente. Esta análise é baseada na observação do comportamento da capacidade motora.

Wearable Sensors podem ser utilizados para fornecer dados precisos sobre as capacidades motoras num ambiente familiar (em casa do paciente). Alguns autores realizaram um estudo utilizando um *etextile* em formato de luva, referido como *data glove*, incorporado com *acelerómetros* [10]. A *data glove* tinha o objetivo monitorizar movimentos e facilitar a implementação de terapia física com base no uso de vídeo jogos. Os *accelerometers* foram utilizados para prever a qualidade de movimento sendo medidas a velocidade, amplitude de movimento e suavidade dos gestos monitorizando as ações de agarrar e largar utilizando vídeo jogos, tendo sido provado que as *wearable technologies* utilizadas são adequadas a este tipo de tratamento.

b) *Tratamento de Parkinson*

A doença de Parkinson (PD) é a segunda doença neuro-degenerativa mais comum na meia-idade. Em 2005, aproximadamente 4 milhões de pessoas foram diagnosticadas com esta doença e estima-se que esse número cresça para mais de 9 milhões em 2030 [19]. Afeta a capacidade motora tal como a capacidade de discurso. O sistema Echowear foi desenvolvido para recolher e analisar dados através de diversos exercícios de discurso para pacientes com PD [19]. Consiste num sistema de monitorização de discurso com o auxílio dos sensores e aplicações de *smartwatches*. A monitorização pode ser feita através de um *smartphone* ou de um *tablet*. Basicamente considera-se que o *smartwatch* é uma extensão do *smartphone* que fornece a oportunidade para os utilizadores de responder instantaneamente a atividades dos seus *smartphones*. Os pacientes com PD usam um *smartwatch* moderno com *Android* o qual recebe comandos do *smartphone* ou *tablet* para iniciar a gravação, através do microfone incorporado no *smartwatch*. Para este sistema foi desenvolvida uma arquitetura *Wearable IoT* que permite uma ligação sem limitações de dispositivos *Android* a outros *wearable devices*. Ao iniciar a gravação dos dados, estes são transmitidos pelo *smartwatch* através de Bluetooth, sendo convertidos posteriormente em áudio. Bonato (2009) efetuou um estudo para a monitorização de pacientes diagnosticados com PD utilizando *wearable sensors* [10]. Consistia na realização de movimentos pelos pacientes utilizando um *acelerómetro* com sensores nas extremidades do corpo. O objetivo passou por prever os níveis de bradykinesia, dyskinesia e vibrações derivadas dos dados dos *acelerómetros* que mediam intensidade, periodicidade e coordenação de movimentos, indicadores associados à doença. O estudo concluiu que é possível realizar uma previsão de sintomas de PD com uma taxa de erro dentro de parâmetros aceitáveis.

V. CONCLUSÕES

As *Wearable Technologies* apresentam inúmeras vantagens na área saúde pela sua capacidade de monitorização de utentes sem que seja necessária deslocação a um centro médico, reduzindo custos de transportes e outras ineficiências. Através desta monitorização é possível prever alguns eventos fatais tais como ataques de coração e quedas especialmente em casos de pessoas idosas ou com mobilidade reduzida (caso dos doentes de Parkinson). O uso destas tecnologias também pode ajudar a libertar espaço e recursos em alguns hospitais, limitando o

tempo de internamento. Porém, as *Wearable Technologies* são ainda produtos e sistemas inovadores pelo que é apresentada alguma resistência à sua adoção quer parte dos hospitais e clínicas, quer por parte dos pacientes. Nem sempre estes últimos, principalmente os mais idosos, aceitam mudanças nas suas rotinas diárias. Nas limitações ao aumento da utilização inclui-se a necessidade de adaptação por parte dos sistemas informáticos dos hospitais para os novos equipamentos. A *Wearable Technology* representa um dos caminhos para a evolução na área da saúde embora se constate ainda pouca exploração e um número reduzido de testes práticos para apoiar a implementação da *Wearable Technology*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. Ahmadi, D. Rowlands, and D. A. James, "Towards a wearable device for skill assessment and skill acquisition of a tennis player during the first serve," *Sport. Eng.*, vol. 2, no. 3-4, pp. 129-136, 2010.
- [2] D. Hyun, S. Member, J. Hong, S. Bin Lee, S. Member, K. Kim, E. J. Wiedenbrug, M. Teska, and S. Nandi, "Pr E oo f Pr E oo f," vol. 47, no. 3, pp. 1-20, 2015.
- [3] C. S. Lin and I. T. Lee, "Applying multiple description coding to enhance the streaming scalability on CDN-P2P network," *Int. J. Commun. Syst.*, vol. 23, no. 5, pp. 553-568, 2010.
- [4] S. Mann, "Smart clothing: the shift to wearable computing," *Commun. ACM*, vol. 39, no. 8, pp. 23-24, 1996.
- [5] S. Mann, "Wearable computing: A first step toward personal imaging," *Computer (Long. Beach. Calif.)*, vol. 30, no. 2, pp. 25-32, 1997.
- [6] S. Mann, "Through the glass, lightly [viewpoint]," *IEEE Technol. Soc. Mag.*, vol. 31, no. 3, pp. 10-14, 2012.
- [7] I. E. Sutherland, "A head-mounted three dimensional display," *Proc. December 9-11, 1968, fall Jt. Comput. Conf. part 1 - AFIPS '68 (Fall, part 1)*, p. 757, 1968.
- [8] R. T. Azuma, "PRES 6-4_Azuma_web," pp. 355-385, 1997.
- [9] P. Bonato, "Clinical applications of wearable technology," *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc.*, vol. 2009, pp. 6580-6583, 2009.
- [10] P. Bonato, "Advances in wearable technology for rehabilitation," *Stud Heal. Technol Inf.*, vol. 145, pp. 145-159, 2009.
- [11] A. Peshock, L. E. Dunne, and J. Duvall, "Argot," *2014 ACM Int. Symp.*, pp. 87-92, 2014.
- [12] K. Lyons, T. Starner, D. Plaisted, J. Fusia, A. Lyons, A. Drew, and E. W. Looney, "Twiddler typing: one-handed chording text entry for mobile phones," *Proc. 2004 Conf. Hum. factors Comput. Syst. - CHI '04*, vol. 6, no. 1, pp. 671-678, 2004.
- [13] Y. Lee, *Wireless vital signs monitoring system for ubiquitous healthcare with practical tests and reliability analysis*. 2010.
- [14] S. Kumar, K. Kambhatla, F. Hu, M. Lifson, and Y. Xiao, "Ubiquitous computing for remote cardiac patient monitoring: a survey," *Int. J. Telemed. Appl.*, vol. 2008, no. iv, p. 459185, 2008.
- [15] W. Glauser, "Doctors among early adopters of Google Glass," *Can. Med. Assoc. J.*, vol. 185, no. 16, pp. 1385-1385, 2013.
- [16] O. J. Muensterer, M. Lacher, C. Zoeller, M. Bronstein, and J. Kübler, "Google Glass in pediatric surgery: An exploratory study," *Int. J. Surg.*, vol. 12, no. 4, pp. 281-289, 2014.
- [17] D. Chen, D. Chen, T. Zhang, M. Lawo, Y. Gu, and Y. Zhang, "A smart scarf for pulse signal monitoring using a flexible pressure nanosensor," *Proc. - Int. Symp. Wearable Comput. ISWC*, pp. 237-242, 2014.
- [18] Direção Geral da Saúde, "A Saúde dos Portugueses. Perspetiva 2015," pp. 1-136, 2015.
- [19] H. Dubey, J. C. Goldberg, M. Abtahi, and L. Mahler, "EchoWear: Smartwatch Technology for Voice and Speech Treatments of Patients with Parkinson's Disease," 2015.