

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Marta Alexandra Serapicos Guerra

**Atendimento a Utentes de Unidades de Saúde:
Uma Abordagem Baseada em Realidade Aumentada**

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica

Ramo de Informática Médica

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Victor Manuel Rodrigues Alves

outubro de 2017

DECLARAÇÃO

Nome: Marta Alexandra Serapicos Guerra

Título dissertação: Atendimento a Utentes de Unidades de Saúde: Uma Abordagem Baseada em Realidade Aumentada

Orientador: Professor Doutor Victor Manuel Rodrigues Alves

Ano de conclusão: 2017

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica

Área de Especialização: Informática Médica

Escola: de Engenharia

Departamento: de Informática

DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA DISSERTAÇÃO

Universidade do Minho, ____/____/____

Assinatura:

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Professor Doutor Victor Alves por todo o apoio, profissionalismo e dedicação prestadas ao longo desta dissertação.

Obrigada àqueles que sempre me desejam o melhor, àqueles que estão sempre presentes apesar da distância, àqueles que não me deixam ir abaixo e torcem para que eu seja e dê o meu melhor em tudo o que faço.

Dedico este fruto às pessoas mais importantes da minha vida: Mãe, Rui, Inês, vocês ensinam-me todos os dias o verdadeiro significado de amor incondicional!

RESUMO

As necessidades e expectativas dos clientes acompanham o avanço tecnológico que ocorre de forma exponencial, o que gera um ambiente muito competitivo entre as instituições que precisam de manter os clientes habituais e chamar novos. Deste modo, para que as instituições consigam permanecer e evoluir têm de conseguir um elevado grau de qualidade que só é possível caso se mantenham atentos às constantes mudanças sociais e tecnológicas. Na área da saúde este facto não é exceção e, adicionalmente, o fator qualidade é ainda mais importante, já que se lida com a vida dos pacientes. A saúde do utente não está dependente apenas do topo das tecnologias relacionadas com os cuidados de saúde diretos, portanto todas as tecnologias que permitem uma melhor organização dos dados do paciente, bem como um aumento na eficiência de todos os processos envolventes devem ser consideradas.

Diversas instituições de saúde encontraram nos sistemas *self-service* a solução para tornar o processo de atendimento ao utente mais eficiente. No entanto, nas horas de maior afluência estes sistemas não são suficientes e as filas de espera persistem, causando interferências no bem-estar dos pacientes e no desenrolar de outros processos. Tirando proveito das oportunidades que esta quarta revolução industrial revela, problemas deste tipo podem ser minimizados, a experiência do paciente pode tornar-se mais rica e a instituição de saúde pode tomar um lugar de notoriedade. É neste conceito que surge esta dissertação, onde se conceptualiza uma solução para integrar um sistema de quiosques *self-service*, já existente em algumas unidades de saúde, não só para otimizar o atendimento dos utentes, mas também para modernizar a instituição. É desenvolvido também um possível protótipo desta solução. Para o seu desenvolvimento foi imperativo a utilização de conceitos de tecnologias promissoras, destacando-se a tecnologia mobile, realidade aumentada e WiFi, de modo a que a solução final agregue todas as funcionalidades dos quiosques com todas as vantagens das tecnologias utilizadas.

ABSTRACT

The customer's needs and expectations go along with the technological advances that occur exponentially, which creates a very competitive environment among the institutions that need to keep customers and call new ones. In this way, for institutions can stay and evolve, they must achieve a high degree of quality that is only possible if is maintained attention to the constant social and technological changes. In the health care field this fact is no exception and, additionally, the quality factor is even more important, from the moment that the life of the patients is concerned. The health of the patients is not only dependent on the top technologies directly related with the health care, so all the technologies that allow better organization of patient data, as well as an increase in the efficiency of all the surrounding processes must be considered.

Several healthcare institutions have found a solution in self-service systems to make the process of patient service more efficient. However, at peak times these systems are not enough and waiting lines persist, causing interference in patient's well-being and in the unfolding of other processes. By taking advantage of the opportunities that this fourth industrial revolution reveals, problems of this type can be minimized, the patient's experience can become richer, and the health institution can take a place of notoriety. It is in this concept that this dissertation arises, where a solution to integrate a system of self-service kiosks, already existing in some health units, is conceptualized, not only to optimize the service of the users, but also to modernize the institution. A possible prototype of this solution is also developed. For its development it was imperative to use promising technology concepts, especially mobile technology, Augmented Reality and WiFi, so that the final solution brings together all the functionalities of the kiosks with all the advantages of the technologies used.

ÍNDICE

Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract	ix
Lista de Figuras	xiii
Lista de Tabelas	xv
Notação e Acrónimos	XVII
<i>Notação Geral</i>	<i>XVII</i>
<i>Acrónimos</i>	<i>XVII</i>
1. Introdução	1
1.1 <i>Enquadramento</i>	<i>1</i>
1.1.1 Estado da Tecnologia no Mundo	<i>1</i>
1.1.2 Estado da Sociedade e Tecnologia na Área da Saúde em Portugal.....	<i>3</i>
1.1.3 <i>Sistemas Self-Service</i>	<i>4</i>
1.1.4 Como melhorar a Experiência do Paciente	<i>6</i>
1.2 <i>Atendimento de Utentes de Unidades de saúde</i>	<i>7</i>
1.3 <i>Objetivos</i>	<i>9</i>
1.4 <i>Metodologia de Investigação</i>	<i>10</i>
1.5 <i>Estrutura do Documento</i>	<i>11</i>
2. Atendimento ao Cliente	13
2.1 <i>Introdução</i>	<i>13</i>
2.2 <i>Sistemas e Tecnologias para o Atendimento ao Cliente</i>	<i>14</i>
2.2.1 <i>Sistemas de Inteligência Artificial</i>	<i>14</i>
2.2.2 <i>Sistemas de Realidade Aumentada e Virtual</i>	<i>17</i>
2.2.3 <i>Sistemas Biométricos</i>	<i>18</i>
3. Quiosque Mobile	21
3.1 <i>Introdução</i>	<i>21</i>
3.2 <i>Atendimento Virtual</i>	<i>21</i>
3.2.1 <i>G. Quiosque</i>	<i>22</i>
3.2.2 <i>G. Placard</i>	<i>23</i>
3.2.3 <i>G. Avirtual</i>	<i>24</i>
3.3 <i>Integração do Quiosque Mobile no Sistema de Atendimento Virtual</i>	<i>25</i>

3.3.1	Conceito de Realidade Aumentada no Quiosque Mobile	26
3.3.2	Integração.....	29
3.4	<i>Levantamento e Análise dos Requisitos</i>	31
3.4.1	Requisitos funcionais.....	31
3.4.2	Requisitos Não-Funcionais	33
3.5	<i>Arquitetura Funcional do Quiosque Mobile</i>	33
3.6	<i>Aplicação móvel</i>	35
3.6.1	Estados e GUI.....	36
3.7	<i>Sistema de localização Indoor</i>	42
3.7.1	Tecnologia WiFi	44
3.7.2	Métodos e Algoritmos de Localização.....	45
3.8	<i>Modelo Relacional</i>	47
4.	Desenvolvimento e Teste de um Protótipo do Quiosque Mobile.....	49
4.1	<i>Introdução</i>	49
4.2	<i>Sistema de Localização Indoor</i>	49
4.3	<i>Aplicação Móvel</i>	54
4.3.1	Sistema de Localização <i>Indoor</i> (fase <i>online</i>).....	54
4.3.2	<i>Graphical User Interface</i>	55
4.4	<i>Modelo Relacional</i>	61
4.5	<i>Servidor de Aplicação</i>	63
4.6	<i>Teste do Protótipo</i>	66
5.	Conclusão	69
5.1	<i>Introdução</i>	69
5.2	<i>Discussão e Conclusões</i>	69
5.3	<i>Contribuição</i>	72
	Referências	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Crescimento tecnológico ao longo dos anos [1].	1
Figura 1.2 - Da Indústria 1.0 à Indústria 4.0 [9].	2
Figura 1.3 - Crescimento do número de utilizadores de <i>smartphones</i> , em percentagem da população global total, de 2014 a 2020 [26].	5
Figura 2.1 – Arquitetura funcional de um <i>chatboot</i> que utiliza o produto Amazon Lex [37].	16
Figura 2.2 – a)Aplicação de RA KabaQ [44]; b) Aplicação de RV ICAROS [45].	18
Figura 2.3 – Exemplo ilustrativo do funcionamento do <i>Vision-Box</i> [48].	19
Figura 3.1 – Módulo G. Quiosque.	22
Figura 3.2 – Exemplo de uma senha emitida por um quiosque.	23
Figura 3.3 – Módulo G. Placard.	23
Figura 3.4 – Exemplo dos conteúdos apresentados num placard de chamada.	24
Figura 3.5 – Módulo G. Virtual.	24
Figura 3.6 - Escala <i>Reality-Virtuality Continuum</i> .	26
Figura 3.7 – Solução Quiosque Mobile integrada no ambiente da unidade de saúde (adaptado de [55]).	30
Figura 3.8 - Arquitetura funcional da solução Quiosque Mobile (adaptado de [55]).	34
Figura 3.9 – Fluxograma de estados e subestados da aplicação.	42
Figura 3.10 - Propagação do sinal WiFi dentro de um edifício. Valores medidos em - db, uma medida de perda de potência de sinal. Quanto mais negativo o valor maior é a perda de potência do sinal original WiFi [63].	45
Figura 3.11 – Modelo relacional das tabelas WFM e zonas.	48
Figura 3.12 – Tabela ONLINE.	48
Figura 4.1 – Algoritmo do programa em C utilizado para construir o WFM.	51
Figura 4.2 – Fases <i>Offline</i> e <i>Online</i> do sistema de localização <i>indoor</i> (adaptado de [55]).	52
Figura 4.3 – Algoritmo de similaridade probabilístico (adaptado de [55]).	53
Figura 4.4 - (a; b; c; d; e; f; g; h; i; j; k; l; m; n; o; p) Diversas páginas da GUI da aplicação móvel Quiosque Mobile .	57
Figura 4.5 – Modelo relacional da base de dados hospitalar de teste.	62

Figura 4.6 – Esquema do fluxo de informação entre os <i>packages</i> que constituem o servidor de aplicação e a base de dados.	65
Figura 4.7 - Implementação do sistema FCM [64].	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 – Páginas da GUI da aplicação móvel (adaptado de [55]).....	37
Tabela 3.2 – Conjunto de todas as ações possíveis ao utilizador (adaptado de [55])	38
Tabela 3.3 – Ações possíveis ao utilizador no menu lateral (adaptado de [55])	39
Tabela 3.4 – Relação entre estados do sistema, páginas da GUI e correspondentes menus laterais e ações permitidas na página (adaptado de [55])	39

NOTAÇÃO E ACRÓNIMOS

Notação Geral

A notação ao longo do documento segue a seguinte convenção:

- Texto em *itálico* – para palavras em língua estrangeira (e.g., Inglês), equações e fórmulas matemáticas. Também utilizado para dar ênfase a um determinado termo ou expressão e para destacar nomes próprios. Também utilizado para dar ênfase a um determinado termo ou expressão.
- Texto em **negrito** – utilizado para realçar um conceito ou palavra no meio de um parágrafo.
- Texto com o tipo de letra `Courier New` – para nomes das tabelas do modelo relacional.

Acrónimos

AoA	-	<i>Angle of Arrival</i>
AP	-	<i>Access Point</i>
BSSID	-	<i>Basic Service Set Identifier</i>
CPS	-	<i>Cyber-Physical Systems</i>
DIUM	-	Departamento de Informática da Universidade do Minho
FCM	-	<i>Firebase Cloud Messaging</i>
GCM	-	<i>Google Cloud Messaging</i>
GPS	-	<i>Global Positioning System</i>
GUI	-	<i>Graphical User Interface</i>
HMD	-	<i>Head Mounted Display</i>
I4.0	-	Indústria 4.0
IA	-	Inteligência Artificial

IoT	-	<i>Internet of Things</i>
IT	-	<i>Information Technologies</i>
kNN	-	<i>K-Nearest-Neighbor</i>
OMS	-	Organização Mundial da Saúde
RA	-	Realidade Aumentada
REST	-	<i>Representational State Transfer</i>
RFID	-	<i>Radio-Frequency Identification</i>
RN	-	<i>Redes Neurais</i>
RSS	-	<i>Received Signal Strength</i>
RSSI	-	<i>Received Signal Strength Indicator</i>
RV	-	Realidade Virtual
SDK	-	<i>Software Development Kit</i>
SI	-	Sistemas da Informação
TDoA	-	<i>Time Distance of Arrival</i>
ToA	-	<i>Time of Arrival</i>
URL	-	<i>Uniform Resource Locator</i>
WFM	-	<i>Wifi Fingerprint Map</i>

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

1.1.1 Estado da Tecnologia no Mundo

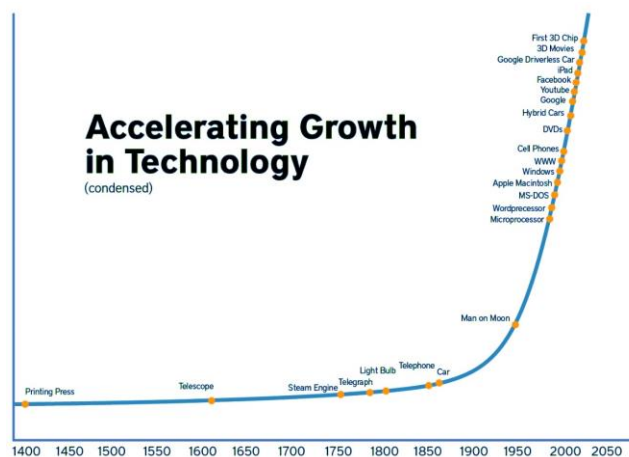


Figura 1.1 – Crescimento tecnológico ao longo dos anos [1].

Nas últimas décadas, os avanços tecnológicos têm ocorrido a uma taxa exponencial e todos os dias aparecem novas tecnologias em diferentes sectores de atividade e nas atividades mais básicas do dia a dia da sociedade (ver Figura 1.1). Tecnologias como WiFi, 4G, Bluetooth e *Radio-Frequency Identification* (RFID), permitem uma constante comunicação e troca de informação, em qualquer lugar, a qualquer momento, entre múltiplos e diferentes objetos, serviços e pessoas [2]. Todo este conjunto de sistemas físicos e digitais interconectados, a qualquer hora, em qualquer lugar, constitui a Internet das Coisas (*Internet of Things* - IoT). A aplicação do paradigma da IoT está a crescer e a fomentar o nascimento de várias aplicações e serviços cada vez mais inteligentes que tornam o ambiente à nossa volta também cada vez mais inteligente e útil, preenchido com conhecimento e sistemas, tudo de forma invisível aos nossos olhos [3][4][5]. Os sistemas Ciber-Físicos (*Cyber-Physical Systems* - CPS) por sua vez são uma geração de poderosos sistemas que têm por base sistemas embebidos e integram processos físicos e computacionais, bem como modalidades que permitem a interação com humanos ou com outras máquinas. Caso os CPS tirem proveito da IoT, consegue-se expandir as suas capacidades facilitar a interação com outros elementos, quer sejam físicos ou virtuais. Um exemplo atual de CPS são as ferramentas de rastreamento de exercício físico ou da saúde, em que existe um

sensor que deteta o movimento do utilizador, batimento cardíaco, entre outras informações e envia os dados para uma aplicação que retorna informações de interesse para o próprio utilizador ou para um médico por exemplo [6][7]. Sendo a IoT e os CPS tecnologias que trouxeram infinitas possibilidades de aplicações e serviços, abriram caminho para uma nova era designada de Indústria 4.0 (I4.0) [8].

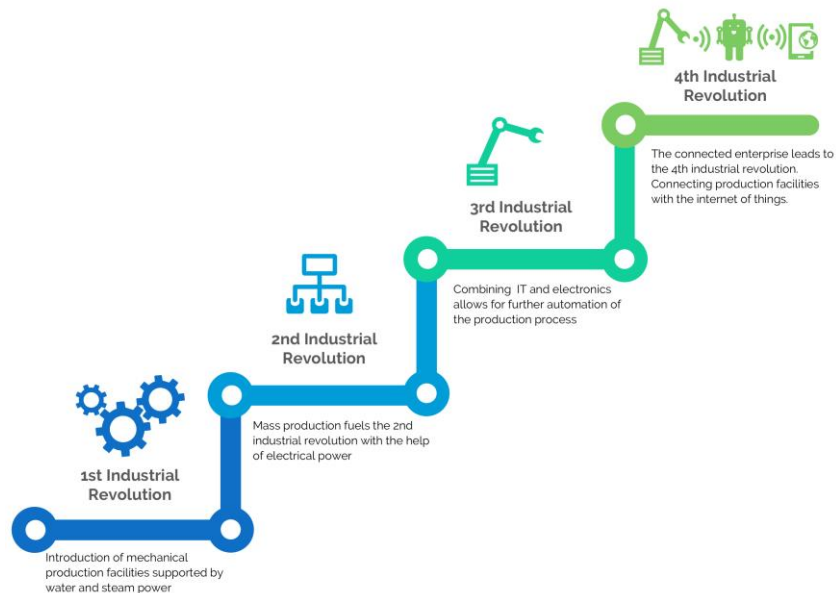


Figura 1.2 - Da Indústria 1.0 à Indústria 4.0 [9].

O conceito de I4.0 foi pela primeira vez introduzido durante a *Hannover Mess* Alemã em 2011, devido ao dramático avanço das tecnologias digitais. Foi apresentado como um inevitável futuro de desafios e oportunidades que levará a grandes e benéficas transformações desde a nível social e económico ao nível ambiental [10]. O mundo como o conhecemos foi moldado por três grandes revoluções industriais. A primeira revolução industrial iniciou-se no final do século 18 com a invenção da máquina a vapor e a introdução de novos mecanismos de manufatura, o que transformou a sociedade agrária numa sociedade industrial. A segunda começou por volta de 1870, com a produção em massa de bens e a divisão do trabalho, movidas pela invenção da eletricidade. A terceira, também chamada de revolução digital, começou por volta de 1970 e envolveu a aplicação de dispositivos eletrónicos e de Tecnologias da Informação (*Information Technologies - IT*), bem como o desenvolvimento dos processos de produção automatizados. Hoje em dia a terceira revolução industrial ainda está presente, mas está suavemente a transformar-se na quarta revolução industrial, a I4.0 (ver Figura 1.2) [8][11]. Esta última é descrita como uma época promissora de "indústrias inteligentes", na qual pessoas, dispositivos, objetos, informações e sistemas se combinam e cooperam de forma inteligente e

descentralizada para formar redes dinâmicas auto-organizáveis de produção [8][10][12]. A I4.0 visa, portanto, que, mais cedo ou mais tarde, diferentes companhias, bem como todos os respetivos elementos constituintes, consigam ligar direta ou indiretamente as suas estratégias e processos independentes de modo a atingir objetivos comuns, o que trará modificações benéficas para todos os envolvidos. Por todas as vantagens que advém deste futuro, este é do interesse de todos e, um pouco por todo o mundo, inclusive em Portugal, os governos e empresas estão a orientar medidas de consciencialização, adoção e massificação de tecnologias emergentes nas estratégias de cada companhia para aproveitar ao máximo as oportunidades desta I4.0 [13]. São eleitas tecnologias que possibilitem uma melhor comunicação humano-humano, humano-máquina e máquina-máquina, destacando-se tecnologias wireless, Inteligência Artificial (IA), Realidade Virtual (RV) e a Realidade Aumentada (AR) [8][10].

1.1.2 Estado da Sociedade e Tecnologia na Área da Saúde em Portugal

Fruto da digitalização da sociedade e dos avanços crescentes na área da medicina, o paciente é hoje mais informado e conectado com o acesso a uma oferta de saúde global, portanto este vai criando expectativas cada vez mais altas ao mesmo tempo que adquire mais e mais necessidades. De acordo com o Plano Nacional de Saúde 2011-2016, hoje em dia, as pessoas não se preocupam apenas com a melhoria direta da saúde, preocupam-se com a melhoria da qualidade de vida no geral, dando importância a outros aspetos como o económico, a acessibilidade, o respeito pelos seus direitos, a segurança, a continuidade dos cuidados, a transparência da informação acerca do desempenho das organizações de cuidados de saúde, a rapidez na execução dos vários processos inerentes, a disponibilidade de informação, a eficiência e a possibilidade de participar nas decisões tomadas pelas organizações [14] [15]. Este fenómeno gera um ambiente muito competitivo, onde o fator chave que determina a permanência de qualquer instituição centra-se essencialmente na avaliação da qualidade da mesma [16]. Nas instituições de saúde, o fator qualidade é ainda mais importante que em qualquer outro tipo de instituição porque os custos da falta de qualidade podem ser muito elevados, não só a nível financeiro, mas por estar em causa a vida do paciente [17]. Para que, não só as instituições médicas, mas qualquer organização consiga prestar serviços de grande qualidade e consequentemente desenvolver-se e sobreviver num ambiente tão competitivo, basta focar-se nos seus clientes e estar consciente das oportunidades que os métodos e desenvolvimentos tecnológicos podem oferecer. Portanto, o caminho para o sucesso das instituições de saúde é proporcionar a melhor experiência possível ao utilizador, tanto no âmbito dos procedimentos médicos, como no que diz respeito à

organização da informação associada ao processo do paciente e à sua passagem pelas instalações da unidade de saúde, aproveitando o estado de arte das tecnologias disponíveis. Salienta-se que, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), a saúde é um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não apenas a ausência de doença ou enfermidade [18]. Posto isto, além dos desenvolvimentos tecnológicos que revolucionaram as formas de diagnóstico e tratamento de doenças, as instituições de saúde não se podem esquecer de tecnologias como os Sistemas de Informação (SI), que permitem uma melhor organização dos dados do paciente, bem como um aumento na eficiência de todos os processos envolventes [16][14].

O sistema de saúde público em Portugal define que todos os cidadãos devem ter acesso à saúde independentemente da sua capacidade contributiva, no entanto são aplicadas taxas moderadoras, das quais nem todos são isentos [14]. Como existem diversas instituições privadas que oferecem preços bastante competitivos em troca de um serviço médico considerado mais moderno e personalizado, as instituições médicas têm de funcionar cada vez mais como uma empresa, onde os consumidores dos serviços da mesma são os pacientes, que apenas entregam o seu dinheiro e vida caso considerem que o preço compensa. Assim, este tipo de instituições tem vindo a redesenhar as suas estratégias de negócio para melhor capturar, servir e manter uma classe crescente de clientes convencidos com os seus serviços. Uma das estratégias das instituições de saúde tem sido atentar em técnicas de outras áreas como a restauração, *retail* e hotelaria, de modo a satisfazer os desejos e necessidades dos pacientes [19][20]. As tecnologias *self-service* são um exemplo de sistemas adotado pelas unidades de saúde, que foram primeiramente integrados noutras áreas.

1.1.3 Sistemas *Self-Service*

Com os sistemas *self-service* o utilizador pode tratar do seu próprio atendimento, quando e da forma que lhe for mais conveniente, através da interação com um equipamento eletrónico sem qualquer interferência humana. Estas tecnologias têm como objetivo aumentar a eficiência e a celeridade do atendimento dos clientes dos serviços prestados pela instituição que fornece as fornece, tendo a possibilidade de ser combinadas com, ou de até mesmo de substituir, outros tipos de atendimento, como por exemplo o atendimento ao balcão. Estes fatores levam a uma redução dos custos com o pessoal e a um aumento dos ganhos porque se conseguem atender mais consumidores em menos tempo. Para além disso, hoje em dia muitos cidadãos preferem ser eles próprios a tratar do seu serviço, sempre que considerarem que é mais fácil e mais cómodo, como por exemplo nos

supermercados com caixas *self-service*, onde se uma pessoa tiver apenas um ou dois produtos, certamente vai preferir passar por esses sistemas e tratar das suas próprias compras do que ter de esperar na fila [21]. Claro que o utilizador só irá optar por este tipo de tecnologias caso se sinta à vontade com a tecnologia utilizada, portanto a relação com o utilizador é dos pontos mais importantes a ter em conta no planeamento destes sistemas. Mas, de um modo e geral e devido às vantagens que advém da tecnologia *self-service*, os consumidores têm tido uma adesão muito positiva e por conseguinte as organizações têm seguido cada vez mais esta tendência de tecnologias em que o utilizador é independente e decide quando, como e muitas vezes onde, é atendido [22][23][24]. Observando o dia-a-dia, as tecnologias *self-service* têm vindo a ser melhoradas a cada dia que passa e existem organizações que consideram que um dos próximos passos é investir na associação das tecnologias *self-service* e *mobile* [25][21]. De facto, os dispositivos móveis alcançaram uma enorme popularidade ao longo dos últimos anos devido à grande versatilidade e multifuncionalidade. É notória a importância crescente que os *smartphones* têm no dia-a-dia, deixaram de ser simples telemóveis que permitem efetuar chamadas e enviar mensagens e passaram a ser computadores de bolso. Desde 2011 que a percentagem da população mundial que utiliza *smartphones* aumentou cerca de 30%, estimando-se que em 2020 essa percentagem seja de 37%, um número que perfaz cerca de 2,9 bilhões de utilizadores de *smartphones* a nível mundial (ver Figura 1.3) [26]. Esta conquista de um lugar meritório de destaque no nosso dia-a-dia, tanto a nível pessoal como profissional, atrai as atenções de quem quer acompanhar a modernização e vê este caminho como uma via cheia de oportunidades.

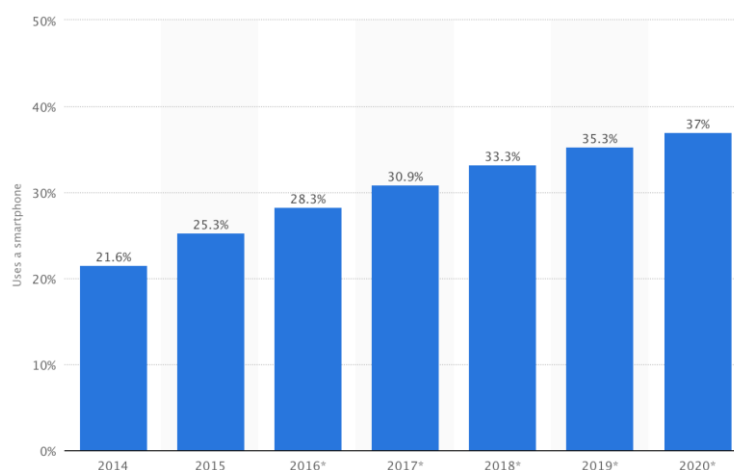


Figura 1.3 - Crescimento do número de utilizadores de *smartphones*, em percentagem da população global total, de 2014 a 2020 [26].

Nas organizações de saúde Portuguesas, atualmente os sistemas *self-service* mais utilizados são os quiosques multimédia, também conhecidos por quiosques interativos, automáticos ou digitais. O primeiro quiosque multimédia foi criado por um aluno da Universidade de Illinois em Urbana-Champaign em 1977, e era um sistema computacional com um plasma interativo que foi instalado na própria universidade, que tinha como objetivo fornecer informações acerca de horários, unidades curriculares, caminhos, entre outras, dependendo do que o utilizador pretendesse. Com o passar dos anos os quiosques foram atingindo cada vez mais áreas de atividade, até chegarem às instituições de saúde, onde são implementados para proporcionarem ao utente a oportunidade de, entre inúmeras possíveis funcionalidades, ser ele próprio a efetuar a sua admissão ao sistema para procedimentos médicos, tirar senhas para os diversos serviços, efetuar o pagamento de taxas, aceder às mais diversas informações relevantes acerca do seu processo médico ou acerca da própria instituição [27][28].

1.1.4 Como melhorar a Experiência do Paciente

O ambiente hospitalar é bastante difícil de modificar devido a todas as questões legais, organizacionais, tecnológicas e sociais que necessitam de ser ultrapassadas [16]. Consequentemente, em certas situações ou procedimentos, seria mais fácil e mais interessante se em vez da realidade ser modificada, pudesse ocorrer uma extensão da perceção da mesma. Um sistema baseado em RA pode tornar esta opção possível a partir do momento que esta tecnologia permite oferecer ao utilizador, direta ou indiretamente, o ambiente real complementado com objetos gerados computacionalmente, através de dispositivos bastante comuns como os *smartphones*. Os objetos virtuais são por norma interativos [29][30]. Para além disto, uma unidade de saúde pode realizar mais de mil consultas médicas diariamente. Combinando essas consultas médicas com procedimentos não-médicos, como cuidados de enfermagem, exames radiológicos e laboratoriais, o número total de procedimentos é ainda maior [31]. Neste caso a utilização de RA pode ajudar a melhorar o fluxo dos pacientes dentro do estabelecimento de saúde. Não só a experiência do paciente pode ser melhorada, mas também a gestão global de pessoas dentro de uma unidade de saúde pode tornar-se uma tarefa mais simples.

É neste contexto da demanda por uma experiência do paciente mais rica, pela modernização das unidades de saúde e conseqüente colocação num lugar de destaque na presente era que é esta I4.0, que surge a presente dissertação. Propõe-se então uma solução que utilize tecnologias emergentes para integrar um sistema de quiosques já existente em algumas unidades de saúde e ajude a otimizar

o atendimento aos utentes desses locais. Esta dissertação dedica-se essencialmente ao planeamento e conceção de um protótipo de uma possível solução para sua posterior implementação.

1.2 Atendimento de Utentes de Unidades de saúde

O método de atendimento dos utentes das instituições de saúde desempenha um papel fundamental na perceção do paciente ou visita em relação à qualidade da organização que ele escolhe para lhe prestar serviço. Quanto melhor for o sistema de atendimento, maior será a sua fluidez deste processo, haverá melhor organização de dados e pessoas e, portanto, a probabilidade de o utente considerar que o tempo despendido durante a sua passagem pelas instalações da instituição valeu e valerá o seu investimento, é também maior.

Em algumas instituições de saúde portuguesas ainda é utilizado o tradicional método de atendimento ao balcão. Neste tipo de atendimento o utente por norma segue um circuito que já se encontra bem delineado, mas que envolve um grande tempo de espera e alguma confusão na sala de espera:

1. O paciente dirige-se à fila de espera para o balcão onde pretende ser atendido;
2. O funcionário regista o utente no sistema;
3. O utente aguarda na sala de espera que chegue a sua vez de ser atendido;
4. Quando chega a vez do utente chamam pelo seu nome e este pode então dirigir-se ao à sala onde vai ser a sua consulta.

Existem ainda instituições em que o tipo de atendimento é semelhante, mas em vez do utente se dirigir para uma fila de espera para o balcão, dirige-se a um dispensador de senhas, manual ou eletrónico, e tira uma senha para ser atendido no balcão. Cada senha possui um identificador, constituído por números e/ou letras, que será chamado quando chegar a vez do utente ser atendido. Em alguns estabelecimentos, o utente pode seguir o desenvolvimento do atendimento através de um placard que mostra o identificador da senha que está a ser atendida no momento. Enquanto o utente está a ser atendido no balcão, caso este tenha uma consulta marcada ou tenha requisitado algum tipo de serviço médico, o paciente é admitido no sistema e é-lhe atribuída uma nova senha. Seguidamente ocorre de novo um processo de espera até que esta nova senha seja chamada e o utente seja redirecionado para o consultório correto.

Note-se que, neste tipo de atendimento mais antigo, sempre que o utilizador precisa de um novo serviço ou de alguma informação, é necessário dirigir-se ao balcão de atendimento e, portanto, tem de se dirigir de novo para a fila para o balcão ou tem de tirar uma nova senha. Para efetuar o pagamento de taxas, por exemplo, tem também de passar por este mesmo processo. Deste modo, o tempo de espera é elevado e o facto de o paciente ter de se deslocar constantemente de um lado para o outro pode causar bastante desconforto.

Noutras instituições de saúde tecnologicamente mais avançadas, utilizam-se sistemas de *self-service* que combinam o usual serviço de atendimento ao balcão com quiosques multimédia. Tal como já foi referido anteriormente, estes quiosques por norma permitem ao paciente aceder a múltiplas funcionalidades, como tirar senhas para os vários serviços prestados pela unidade de saúde, fazer a admissão do utente ao sistema, efetuar pagamentos e ainda verificar outro tipo de informações como consultas marcadas e pagamentos pendentes. Neste caso o circuito do utente é simplificado e pode variar ligeiramente dependendo de alguns fatores abaixo mencionados:

- Caso o utente possua o seu cartão de utente ou de cidadão, necessita apenas de o inserir no quiosque, efetuar a sua admissão no sistema, ou seja, tirar uma senha para o serviço requerido, pagar as respetivas taxas moderadoras e esperar que chamem pelo identificador da senha que lhe for atribuída.
- Caso o utente não possua o cartão identificador, terá de se dirigir a um funcionário do quiosque ou ao próprio quiosque para tirar a senha para o balcão de atendimento e fazer a sua admissão no sistema. De seguida é-lhe atribuída uma senha e dá-se o processo de espera.
- Caso o utente seja prioritário e faça a sua própria admissão ao sistema terá de se dirigir a um funcionário que lhe alterará o estado da sua senha para prioritária. Quando a sua admissão é feita no balcão, o utente prioritário é logo colocado na fila de espera de prioritários.

Note-se que em muitos sistemas de atendimento por quiosques o paciente só recebe uma vez uma senha que pode ser reutilizada, ou seja, serve para vários serviços, o que é uma vantagem porque evita deslocamentos por parte do utente. Para além desta, outras vantagens podem ser notadas:

- Aumento da celeridade e eficiência do atendimento;
- Gestão do fluxo de utentes nos espaços de atendimento;

- Redução do tempo de espera;
- Redução dos custos com pessoal;
- Minimização das filas de espera;
- Redução da confusão nas salas de espera;
- Ordenação sequencial dos utentes por ordem de serviço requerido/prioridade de atendimento;
- Existe a oportunidade de o utente tratar do seu próprio atendimento quando desejar e no quiosque que mais lhe convier;
- Experiência do utilizador durante a sua visita à unidade de saúde é aprimorada devido ao maior conforto e à qualidade do tempo despendido durante a sua visita à instituição de saúde;
- Disponibilidade de informação é amplificada.

Embora esta última solução de atendimento seja suficiente, não impede que nas horas de maior afluência ocorram filas de espera relativamente longas para os quiosques. Esta situação é sempre incómoda e desconfortável para todos os utentes, mas ainda mais para pessoas com mobilidade reduzida, como os idosos que são uma maioria. Para além disto, as salas de esperas de uma unidade de saúde são dos locais mais movimentados e as filas de espera só aumentam ainda mais a confusão desse mesmo local, o que não deve acontecer num local destinado à proporção de bem-estar dos seus utentes, onde o ambiente deve ser o mais calmo possível.

Para suprimir problemas como os que foram referidos e otimizar os sistemas de atendimento por quiosques que se utilizam atualmente, justifica-se o desenvolvimento de uma solução inovadora que tire proveito dos desenvolvimentos tecnológicos atuais, colocando ainda a instituição de saúde num lugar de destaque no que toca à sua modernização.

1.3 Objetivos

Neste contexto e como principal objetivo deste trabalho propõe-se a conceção de uma solução que otimize o atendimento de utentes de unidades de saúde e o desenvolvimento de um protótipo da mesma. O principal componente desta solução será uma aplicação móvel que utiliza conceitos baseados na tecnologia RA. Podem ser considerados os seguintes subobjetivos:

- Planeamento de uma solução tendo sempre em mente a segurança e confidencialidade de todos os dados envolvidos;
- Desenvolvimento de um protótipo da solução, destacando-se os seguintes elementos:
 - Um sistema de localização *indoor* que permita a inferência da localização do dispositivo móvel dentro da unidade de saúde;
 - Um conjunto de estados que dependam da localização do dispositivo móvel, das tarefas que o utilizador já executou e terá de executar na aplicação móvel e dependa também de possíveis interferências de outros componentes da unidade de saúde;
 - Um conjunto de interfaces gráficas para ambiente móvel, cuja sua apresentação ao utilizador dependa diretamente do estado no qual a aplicação se encontra;
 - Um sistema de *back-end* (um modelo relacional e um servidor de aplicação) que permita a comunicação entre a aplicação móvel e alguns elementos constituintes do sistema informático da unidade de saúde, nomeadamente o sistema de atendimento por quiosques.
- Implementação do protótipo da solução para efeitos de teste e avaliação do sistema desenvolvido.

1.4 Metodologia de Investigação

Como esta solução foi desenvolvida para resolver um problema real cujo planeamento necessitou de estar em constante evolução ao longo de todo o projeto, conforme novas ideias foram surgindo ou ideias já existentes iam sendo aprimoradas, a metodologia de investigação escolhida para elaborar este projeto foi a metodologia ação investigação [32].

Primeiramente analisou-se o problema, a necessidade de uma solução e identificaram-se os objetivos da mesma, tendo em mente que a solução tem de complementar e melhorar o sistema de atendimento já existente em algumas unidades de saúde, tirando proveito de tecnologias emergentes, de forma não intrusiva em relação às atividades diárias da instituição de saúde. Seguidamente realizou-se uma análise do estado da arte destas tecnologias aplicadas ao atendimento ao cliente de diferentes áreas de atividade.

Na segunda fase, foi apresentada a solução pretendida. Estudou-se o sistema e o ambiente na qual a solução será integrada, o público alvo, os objetivos propostos e fez-se o levantamento dos requisitos funcionais e não funcionais da solução. Tendo os requisitos da solução em mente, estabeleceu-se a arquitetura da solução e foram planeados diversos componentes, efetuando-se para tal um breve estudo de conceitos teóricos e técnicos das principais tecnologias que são utilizadas no desenvolvimento desta solução.

Na terceira e última fase desenvolveu-se um possível protótipo da solução e procedeu-se ao teste do mesmo, fazendo-se por fim uma devida discussão.

A metodologia deste trabalho pode então ser definida nos seguintes passos:

- Definição do problema e das suas características;
- Estudo do estado da arte;
- Planeamento da solução;
- Desenvolvimento de um protótipo da solução;
- Teste do protótipo e discussão;
- Elaboração da dissertação.

1.5 Estrutura do Documento

Esta dissertação divide-se em cinco capítulos, incluindo a presente secção que constitui a “**Introdução**”. Neste primeiro capítulo introdutório é explicado o estado do mundo atual a nível tecnológico e social, a nível mais geral e mais especificamente em relação à área da saúde. É dado a conhecer o problema e justificado o porquê da necessidade de uma solução. Por fim são apresentados os objetivos desta dissertação e a metodologia de investigação utilizada. O segundo capítulo, “**Sistemas de Atendimento**”, constitui o estado da arte das tecnologias para o atendimento ao utente. No terceiro capítulo, “**Quiosque Mobile**”, é feito um planeamento de toda a solução e da sua arquitetura, ao mesmo tempo que são abordados certos conceitos teóricos e técnicos que são necessários entender antes de desenvolver um protótipo da solução. O quarto capítulo, “**Desenvolvimento e Teste do Protótipo**”, expõe o desenvolvimento dos componentes que constituem um protótipo do sistema e

permitiram o seu teste. Por último, no quinto capítulo, “**Conclusão**” é feita uma discussão e tiram-se as conclusões acerca de toda a solução, sendo também apresentada a contribuição deste projeto para a comunidade científica.

2. ATENDIMENTO AO CLIENTE

2.1 Introdução

O significado das palavras **atendimento ao cliente** tem uma importância fundamental na compreensão do verdadeiro significado deste processo. **Atendimento** significa “ato ou efeito de atender”, de satisfazer pedido ou solicitação, de prestar atenção, servir, escutar e responder, ter em vista. **Cliente** significa alguém que utiliza um bem ou serviço prestado por outrem, alguém que confia os seus interesses a quem lhe presta serviço. Portanto, o atendimento ao utente vai muito mais além de simplesmente prestar um serviço a alguém, é fornecer a melhor experiência possível ao consumidor tendo em mente todas as suas possíveis necessidades e exigências individuais [33].

O atendimento foi evoluindo ao longo dos anos e foram criados sistemas que completam ou substituem o tradicional atendimento a balcão em um funcionário trata de atender o utente. Pode verificar-se ainda que a interação direta humano-humano tem vindo a diminuir e está a ser substituída por tecnologias em que existe apenas uma interação direta máquina-humano, onde o utente interage com uma máquina e pode escolher quando, como e muitas vezes onde quer ser atendido, designando-se este tipo de atendimento por *self-service* [21]. Foi já referido nos capítulos anteriores que as tecnologias *self-service* têm diversas vantagens, no entanto, a conexão emocional com o utente é um fator chave para o sucesso do seu atendimento, portanto as tecnologias *self-service* não podem ser simples máquinas em que o utilizador seleciona opções, têm de ser sistemas que de certa forma reconheçam o utente e as suas necessidades de forma a que este se sinta à vontade e sinta que não é apenas mais um cliente igual a todos os outros. Em suma, as informações sobre o cliente são a chave para que um humano ou uma máquina consigam responder às suas exigências e os métodos de obtenção e análise destas informações são a base para o sucesso deste processo [33][34][16].

Na área médica já foram implementadas muitas tecnologias cuja ideia original proveio de outros setores de atividade e os sistemas de atendimento não são exceção [19][20][27]. Assim, neste capítulo é feita uma exposição de algumas tecnologias mais recentes e com aplicação futura que ajudam os consumidores de diversos serviços ter um atendimento cómodo e eficaz.

2.2 Sistemas e Tecnologias para o Atendimento ao Cliente

Os equipamentos que permitem o auto atendimento do consumidor passam pelos quiosques automáticos, computadores e dispositivos móveis pessoais, como *smartphones*. Robots programados para o efeito começam também a ganhar notoriedade. Todos estes equipamentos estão a ficar cada vez mais evoluídos e a ganhar funcionalidades ilimitadas [21]. No entanto, independentemente do equipamento e, embora, a sua forma de funcionamento varie de acordo com o objetivo da instituição que o implementar, o objetivo do processo de atendimento no fundo é sempre o mesmo: fazer com que o consumidor tenha a melhor experiência possível quando requer serviços dessa entidade. Assim, uma ideia de um sistema pode ser adaptada aos vários tipos de equipamentos existentes e combinada com outras ideias diferentes.

Foi feita a pesquisa “customer service OR customer experience” no *sciencedirect* e observou-se que a taxa de crescimento de publicações nesta área tem vindo a aumentar muito ao longo dos anos, em 2007 existiam cerca de 13634 publicações e, até ao dia 20 de novembro de 2017, este valor aumentou para 23574 publicações. Este crescimento justifica-se porque cada vez mais as companhias vivem dos seus e para os seus clientes, a área do atendimento ao cliente está a tornar-se cada vez mais abrangente e, por conseguinte, existem centenas de palavras e assuntos chave que podem ser relacionados com este assunto. Para fazer uma análise ao estado do desenvolvimento tecnológico na área do atendimento ao utente e no âmbito desta dissertação, elegeram-se algumas tecnologias que envolvem Inteligência Artificial, Realidade Aumentada e Realidade Virtual e Biometria devido às oportunidades de crescimento que uma companhia pode adquirir através da sua utilização [8][10][35].

2.2.1 Sistemas de Inteligência Artificial

Apesar de todas as controvérsias que existem à volta da IA, a sua introdução no atendimento ao cliente tem acontecido em grande escala e possibilitado a criação de novos sistemas de atendimento que podem ser levados até para dentro da casa do cliente [36].

A IA tem como base a possibilidade de replicar a inteligência natural, isto é, acções e pensamentos que são observados em humanos ou animais, em entidades não naturais, mas com capacidade de armazenamento, processamento e análise de informação. Com isto, praticamente qualquer tipo de

tarefa pode ser aprendida para ser desempenhada automaticamente por um assistente virtual, de forma visível ou invisível aos olhos do consumidor, com inúmeras vantagens:

- A resposta é praticamente imediata. O processo de extração e processamento de informação do cliente é muito mais rápido se for feito por uma máquina em vez de ser feito por um humano.
- A resposta tem alto grau de confiabilidade. Existem muitos fatores, como por exemplo o cansaço, que podem afetar a forma como um humano entende uma questão e a forma como responde, o que afeta negativamente o grau de confiança da sua resposta.
- A aprendizagem de uma máquina inteligente é contínua. Existe um constante armazenamento de informações
- Tarefas repetitivas podem ser entregues a máquinas para serem facilmente automatizadas e permitir que os funcionários se foquem noutras questões mais importantes.
- Uma máquina pode estar constantemente ligada à internet e a bases de dados para se ter acesso às demais informações no momento certo.
- O custo de manutenção de uma máquina é muito menor do que um custo de manutenção de um humano.
- Com uma máquina inteligente existe possibilidade de humanizar o processo de atendimento ao cliente, podendo-se desta forma tirar vantagens das capacidades de uma máquina ao mesmo tempo que se tira vantagem da conexão emocional com o cliente.
- Aumento da produtividade e redução dos custos no geral.

Atualmente companhias como *Facebook*, bancos, *call centers*, muitas lojas de vendas e pontos de informação tiram muitos benefícios da utilização dos chamados de *chatbots*, que consistem em assistentes virtuais inteligentes capazes de interagir, instantaneamente com o cliente, através de mensagens de texto ou de voz. As suas tarefas passam por entender a linguagem do cliente e por conseguinte o que este deseja e responder em conformidade com as suas expectativas. O **Amazon Lex** é um caso de sucesso por permitir que as próprias companhias criem *chatbots* conforme as suas necessidades. Na Figura 2.2 está esquematizado o funcionamento de um *chatbot* do grupo hospitalar canadense *OhioHealth*, que interage com pacientes e uma das suas tarefas é reconhecer se é solicitada a marcação de uma consulta médica e, caso seja, proceder à sua marcação no sistema de informação hospitalar [37].

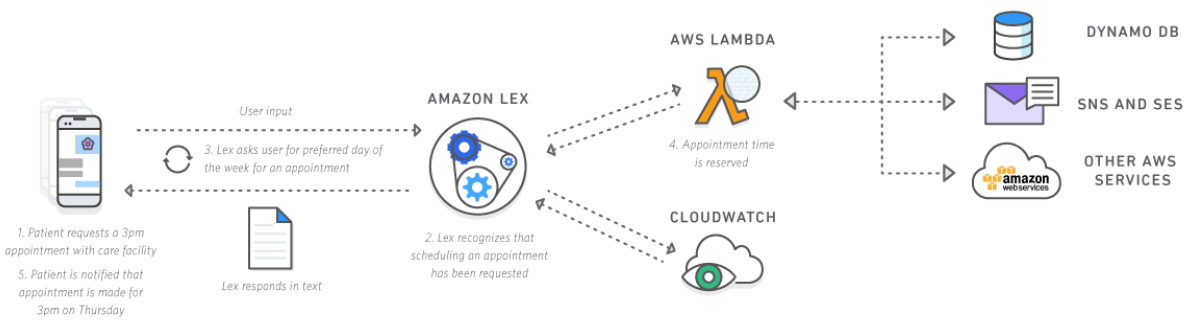
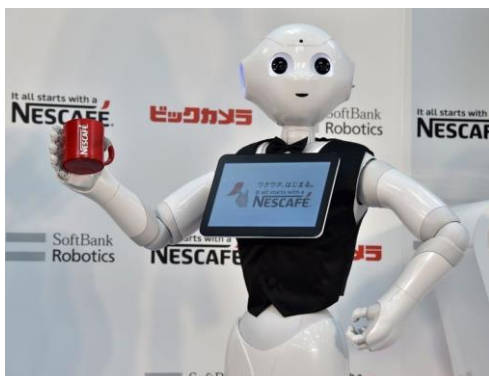


Figura 2.1 – Arquitetura funcional de um *chatboot* que utiliza o produto **Amazon Lex** [37].

Na área do atendimento ao cliente, outra grande inovação são os *robots*. O objectivo é prestar serviços enquanto se cria uma relação humana com o utilizador, ao mesmo tempo que se tira vantagem das capacidades de uma máquina inteligente. Estes robots podem ser programados e personalizados para serem o mais autónomos possível, procurarem o cliente, obterem informações acerca das suas necessidades e prestar diversos serviços. Para além do reconhecimento de voz, o reconhecimento das expressões faciais do utilizador e sobretudo das suas emoções são a chave para entender como agir em determinada situação e como interagir mais humanamente, portanto o próximo passo neste campo é melhorar as formas de reconhecimento destas características. Em [38] é apresentado um modelo desenvolvido para detetar emoções humanas baseado na lei universal da atração de Newton é apresentado e testado com um robot *NAO* da *SoftBank Robotics* [39]. Da mesma companhia existe o *robot Pepper* utilizado já em diversas lojas para melhorar a experiência de atendimento ao cliente (ver Figura 2.3(a)). Na Figura 2.3(b) pode-se observar *Sophia*, um robot da *Hanson Robotics*, é considerado o *robot* mais avançado de sempre, mostrou potencial em diversas áreas de negócio e industriais, tendo conseguido até que lhe fosse registada uma nacionalidade [40].



a



b

Figura 2.3 – a) *Robot Pepper* da *SoftBanks*; b) *Robot Sophia* da *Hanson Robotics*.

Ao contrário dos sistemas apresentados até agora, o *Amazon Go* é um produto da *Amazon*, completamente invisível ao olhar do utilizador. Ainda se encontra em fase de teste, mas permite que o utilizador faça compras numa loja sem ter de passar pelas filas de espera para pagamento dos produtos. O utilizador pode utilizar o seu próprio *smartphone* para usufruir da aplicação *Amazon Go*, entrar na loja pegar nos produtos e sair. A aplicação deteta automaticamente quando os produtos são retirados ou retornados às prateleiras e gera um carrinho virtual ao qual corresponde um valor que no final da compra é descontado na conta *Amazon* do cliente. Este sistema é já considerado o futuro ideal do processo de compra em loja física e tem-se mostrado muito fiável até então, o que é possível graças a centenas de sensores, visão computadorizada e *Machine Learning* [41].

2.2.2 Sistemas de Realidade Aumentada e Virtual

Tecnologias como a RA e a RV têm como objetivo principal a imersão do utilizador num novo ambiente, enriquecido pela adição de conhecimento ao ambiente físico que o rodeia. Quando integradas em sistemas de atendimento, é possível modificar completamente a forma como o cliente interage com os serviços e produtos que lhe são proporcionados. As aplicações destas tecnologias não têm limites e em cada dia são inventados novos sistemas [42] [29] [43].

Na área do comércio e das vendas, a RA é particularmente interessante porque permitem que o utilizador veja o produto em 3D e informações acerca das respetivas funcionalidades e características ou ainda comparar produtos, utilizando apenas o seu *smartphone* ou outro dispositivo fornecido pela loja. É até possível ver o produto em funcionamento e interagir com ele ou, no caso de produtos como roupa, "experimentar" o produto de forma virtual. O cliente pode ser completamente autónomo e esclarecer as suas questões rapidamente, de forma cómoda e sem ter de esperar pela resposta de um funcionário. Lojas como *IKEA*, *Topshop*, *Uniqlo* ou *Adidas* já este tipo de tecnologia. Na área da restauração existem também tecnologias como a *KabaQ*, que possibilitam uma visão 3D dos pratos do menu e as respetivas informações [44]. Em serviços como ginásios a RA é também utilizada para informar o cliente como utilizar determinado equipamento. Em museus, rotas turísticas, locais com algum tipo de interesse é possível adicionar informações de modo a que o utilizador consiga obter facilmente estas informações e fazer ele mesmo a sua rota turística sem necessitar de um guia ou então solicitando um guia virtual.

Em relação à RV a sua utilização é mais restrita porque requer mais *hardware* para poder emergir o utilizador num ambiente completamente sintético, mas ainda assim tem o seu interesse para determinados casos. Hotéis e agências de viagem proporcionam experiências em que os utilizadores são teletransportados para um destino para escolherem o local para onde querem viajar ou ficar alojados. Os ginásios podem elevar as experiências de treino utilizando sistemas como o *ICAROS*, em que o utilizador ter sensações como voar sobre determinada paisagem [45].

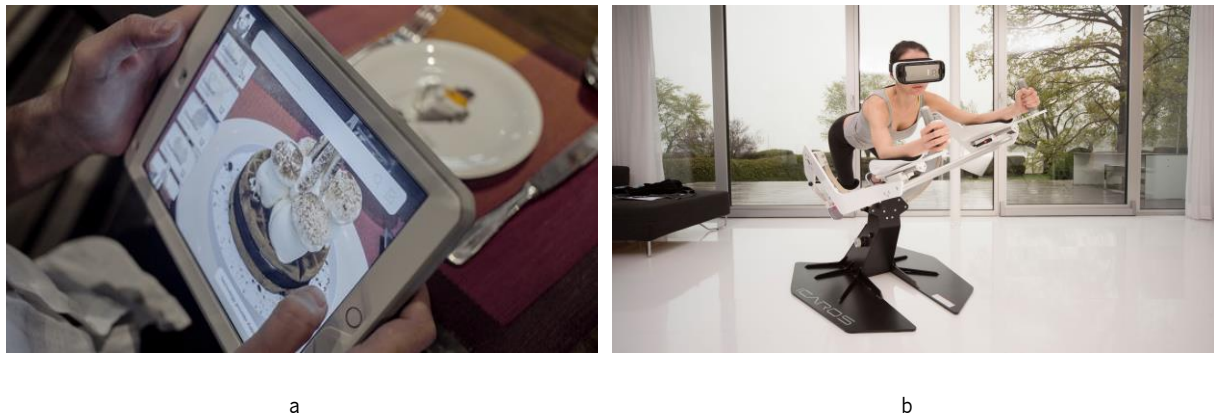


Figura 2.2 – a)Aplicação de RA KabaQ [44]; b) Aplicação de RV ICAROS [45].

2.2.3 Sistemas Biométricos

Hoje em dia são cada vez mais os locais e sistemas em que a gestão da identidade de um indivíduo é essencial, para conceder ou impedir acessos de modo a aumentar a segurança dos demais. Portanto é cada vez mais importante existirem soluções que permitam reconhecer a identidade de uma entidade, de forma completamente fiável e rápida [35].

Os sistemas que utilizam senhas ou cartões de acesso nem sempre reúnem o grau de segurança necessário por serem relativamente fáceis de roubar ou falsificar. Por isso foram criados sistemas baseados nas basicamente algoritmos de carácter probabilístico, em que existe uma comparação características individuais de um indivíduo, isto é, sistemas de reconhecimento biométrico que incluem inclui reconhecimento facial e de emoções, de impressão digital, de íris, de voz ou até mesmo características corporais como o batimento cardíaco, salinidade ou dilatação venosa. O funcionamento da tecnologia biométrica envolve entre os dados biométricos a analisar no momento com dados previamente recolhidos, que foram armazenadas numa base de dados ou então sistemas de *Machine*

Learning. De entre as aplicações atuais da identificação biométrica destaca-se a sua utilização no controlo de acesso a edifícios, verificação e distribuição de documentos, controlo de entradas e saídas nas fronteiras ou simplesmente em hotéis ou locais de trabalho, autenticações remotas e controlo de transações. A revista *Biometric Technology Today* mostra inúmeros avanços em escala global que mostram que os sistemas biométricos deixaram de ser apenas um conceito futurístico [46][47].

Em centenas de aeroportos em todo o mundo, incluindo o aeroporto de Lisboa, é utilizado o *Vision-box* para fazer um controlo automatizado das fronteiras aéreas. Com este sistema os passageiros podem efetuar o seu próprio *check-in* ou *check-out*, em quiosques automáticos, para acelerar o processamento dos passageiros, o que diminui os tempos de espera e oferece uma experiência mais cómoda ao viajante. Para além disto, evitam-se fraudes de identidade e tendo todos os passageiros identificados é possível fazer uma verificação do registo criminal para garantir um controlo forte e eficiente nas fronteiras, o que reduz os viajantes ilegais e permite uma rápida identificação de possíveis ameaças. Pode ser utilizado em conjunto com um sistema de reconhecimento de veículos e conectar essas informações com a identificação do motorista. No aeroporto de Amesterdão esta tecnologia faz o processamento de passageiros sem parar, ou seja, o passageiro não precisa de interagir com o quiosque, já que a verificação de identidade é feita em movimento [48].



Figura 2.3 – Exemplo ilustrativo do funcionamento do *Vision-Box* [48].

Outra forma de identificar um indivíduo, que é também considerada uma forma de identificação biométrica, é através da análise do seu comportamento durante a realização de determinadas tarefas. Estas tarefas podem ser realizadas num dispositivo (*smartphone*, computador, teclado, *touchpad*) ou dentro de um ambiente inteligente, desde que exista capacidade de deteção das características pretendidas, como movimentos, forças ou sequências de ações. Nestes sistemas o dispositivo que recolhe as informações acerca do indivíduo tem um tempo de aprendizagem, no qual são analisadas as ações do indivíduo e as respetivas consequências destas para futuramente, dada uma certa ação do indivíduo, verificarem se a forma como esta ação se desenrola está dentro dos parâmetros normais relativas ao indivíduo e identificar se é ou não determinado indivíduo que está a utilizar o dispositivo. A análise das características recolhidas, para além de permitir gerir identidades, permite que se possam prever comportamentos futuros e que se consiga ir mais facilmente de encontro às necessidades e desejos do consumidor [46].

3. QUIOSQUE MOBILE

3.1 Introdução

A qualidade dos serviços prestados por uma instituição está diretamente relacionada com a satisfação do cliente. Diversas instituições, incluindo as instituições de saúde, têm vindo a utilizar até agora sistemas de atendimento por quiosques como uma forma de aumentar a eficiência do atendimento ao cliente. Mas com o desenvolvimento tecnológico, os pacientes têm acesso a uma globalidade de serviços em expansão qualitativa, portanto esperam sempre mais e melhor da instituição de saúde em que confiam, caso contrário procurarão outra que possua as características que mais se adequam às suas exigências. Deste modo, foi conceptualizada uma solução que utiliza tecnologias que se encontram na cúspide do seu desenvolvimento, no sentido de otimizar o processo de atendimento aos utentes das unidades de saúde e modernizar as respetivas instituições.

Neste capítulo é apresentada a solução conceptualizada, designada de **Quiosque Mobile**. Primeiramente será explicado o funcionamento do **Sistema de Atendimento Virtual** no qual a solução vai ser integrada e como se vai dar este processo de integração. De seguida é feito um levantamento e análise de requisitos da solução e por fim é feito o planeamento do desenvolvimento da mesma, de modo a que o resultado final atenda às características delineadas.

3.2 Atendimento Virtual

O **Sistema de Atendimento Virtual** é um sistema de atendimento ao utente que utiliza quiosques multimédia, desenvolvido para satisfazer as necessidades de celeridade e eficiência de atendimento dos hospitais e centros de saúde nos quais que se encontra instalado. Este sistema aglomera um conjunto de tecnologias e aplicações que permitem ao utente reduzir o tempo de atendimento e espera tornando a experiencia do utente mais agradável.

O **Sistema de Atendimento Virtual** é constituído por três módulos de *software* distintos: G. Quiosque, G. Placard e G. Avirtual. Todas as imagens e funcionalidades referidas nos três subcapítulos seguintes são relativas ao sistema implementado no Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa.

3.2.1 G. Quiosque

O primeiro módulo encontra-se instalado nos quiosques multimédia, assegurando o desempenho das funcionalidades destes equipamentos (Figura 3.1).



Figura 3.1 – Módulo G. Quiosque.

Através da interação com o ecrã do quiosque, o paciente pode aceder a diversas funcionalidades, de entre as quais, tirar senhas para os vários serviços prestados pela unidade de saúde, efetivar a admissão às consultas e o respetivo pagamento, bem como verificar as consultas agendadas e possíveis pagamentos pendentes. Note-se que para o utilizador aceder às funcionalidades que exigem a sua identificação, ele terá de inserir o seu cartão de cidadão ou cartão de utente.

Quando o utilizador faz a sua admissão ao sistema, quer seja para uma consulta previamente marcada ou para outro serviço, é-lhe atribuída uma senha (Figura 3.2) que será futuramente chamada num placard de chamada, indicando que é a sua vez de ser atendido.



Figura 3.2 – Exemplo de uma senha emitida por um quiosque.

Este módulo inclui também um menu secreto que permite aceder a todas as tarefas associadas à gestão do quiosque. O menu secreto é apenas apresentado quando introduzido um cartão de cidadão/utente afeto a esta funcionalidade.

3.2.2 G. Placard

O segundo módulo (Figura 3.3), instalado nos computadores de suporte aos placards de chamada, gere o sistema de prioridades e filas de espera, assegurando a transmissão de diversas informações através do placard de chamada (Figura 3.4).



Figura 3.3 – Módulo G. Placard.

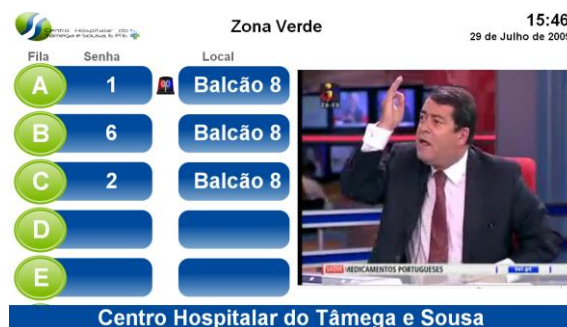


Figura 3.4 – Exemplo dos conteúdos apresentados num placard de chamada.

O placard de chamada é um display colocado nas diversas salas de espera da unidade de saúde, mediante o qual se realiza a orientação do atendimento dos utentes. Através deste display é possível visualizar o número da senha, o tipo de senha (utente prioritário, doação de sangue, consulta marcada, revalidação ou enfermagem), a respetiva fila de espera, a zona onde o paciente se encontra e o local ao qual este se deverá dirigir. Estas informações visuais são acompanhadas por mensagens sonoras para atrair a atenção dos pacientes quando a informação do placard de chamada for atualizada.

3.2.3 G. Avirtual

Finalmente, o terceiro módulo é responsável pela gestão de todo o sistema de atendimento. Este módulo encontra-se instalado nos computadores dos balcões de atendimento, sendo o *front-end* do sistema (Figura 3.5).

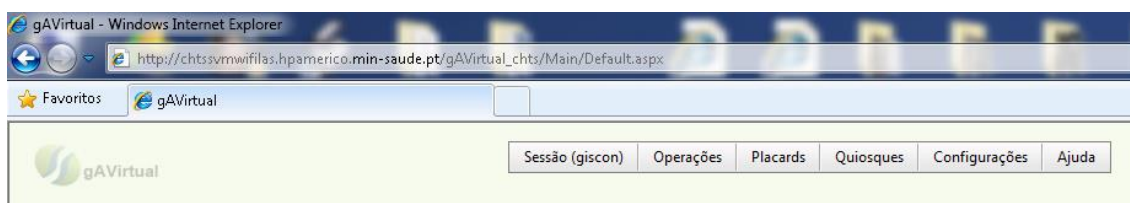


Figura 3.5 – Módulo G. Virtual.

O funcionário do balcão de atendimento acede a este módulo quando entra na página web desenhada para tal e coloca as suas credenciais para se autenticar. Depois de passar a fase de autenticação, o utilizador consegue aceder a:

- Opções de gestão dos diversos componentes do sistema:

- Gestão dos quiosques em termos de abertura ou fecho, modificação de pins e acesso a informações acerca do seu estado;
- Gestão dos placards de chamada, sendo permitido alterar as informações mostradas nos placards de chamada;
- Gestão de todo sistema no geral, adicionando, excluindo ou editando especialidades, unidades de saúde, linhas de fila, cartazes, quiosques ou estações de serviço.
- Operações que permitem:
 - Chamar senhas;
 - Verificar compromissos marcados, efetivados ou não, de acordo com as especialidades ou nome de um doente ou de um médico;
 - Imprimir e reimprimir senhas;
 - Introduzir situações de prioridade meritória no sistema, ou seja, alterar uma senha normal para uma prioritária, para que um paciente prioritário pertença à fila correta.

3.3 Integração do Quiosque Mobile no Sistema de Atendimento Virtual

A solução **Quiosque Mobile** (Figura 3.7) foi desenhada para ser facilmente integrada no atual método de atendimento de algumas unidades de saúde, que engloba sistemas como o **Sistema de Atendimento Virtual** referido no subcapítulo anterior. No **Sistema de Atendimento Virtual**, os pacientes tratam do seu próprio atendimento através do contacto direto com os quiosques multimédia. Com a integração do **Quiosque Mobile** nesse mesmo sistema, os utentes poderão escolher outra opção para tratar do seu próprio atendimento, através do contacto com uma aplicação móvel instalada no seu *smartphone* pessoal. Assim, considera-se que o principal componente da solução **Quiosque Mobile** é esta aplicação móvel, que comunica com alguns componentes do sistema informático da unidade de saúde, nomeadamente com todo o sistema por de trás dos quiosques multimédia.

Como a aplicação vai ser integrada no **Sistema de Atendimento Virtual**, que se serve dos quiosques multimédia para que cada utente trate do seu próprio atendimento, a aplicação móvel oferece como base a maior parte das funcionalidades dos equipamentos que constituem o sistema, ou seja, as funcionalidades dos quiosques e dos placards de chamada. Para além destas funções nucleares, foram

ainda adicionadas funções que permitem tirar proveito das capacidades dos dispositivos móveis e funções baseadas no conceito de RA.

3.3.1 Conceito de Realidade Aumentada no Quiosque Mobile

Em 1994, Paul Milgram e Fumio Kishino inventaram uma escala contínua chamada de *Reality-Virtuality Continuum*, que mede o intervalo que existe entre o que é completamente real, a virtualidade e o que é completamente virtual. Analisando a Figura 3.6, mais próximo do extremo direito que representa o ambiente virtual tem-se a virtualidade aumentada, mais conhecida por RV. Em qualquer lugar entre os extremos do *Reality-Virtuality Continuum* existe um ambiente de realidade mista, com a fusão de mundos reais e virtuais. Por fim, e mais próxima do extremo esquerdo do Ambiente Real tem-se a RA [42] [49].

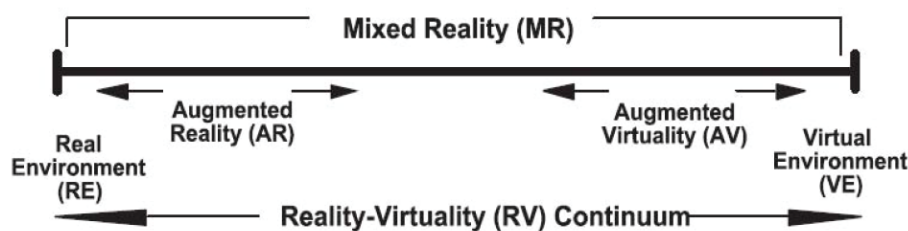


Figura 3.6 - Escala *Reality-Virtuality Continuum*.

Tanto a RV como a RA pretendem mergulhar o utilizador num ambiente completamente novo. Contudo, enquanto que com RV o ambiente real é completamente substituído por um ambiente virtual, gerado computacionalmente e completamente sintético, sei leis físicas a interferir, onde o ideal é que o utilizador esteja completamente emerso nesse mundo, num sistema de RA o utilizador continua a estar em contacto e em interação com o meio físico em que se encontra. Na RA o que acontece é apenas uma adição de elementos virtuais, que podem ser submetidos às leis da física em tempo real e podem ser interativos [50] [42]. A definição concreta de RA como conceito é ainda debatível, no entanto, de uma forma geral pode dizer-se que um sistema de RA suplementa direta ou indiretamente o ambiente do mundo real com objetos gerados computacionalmente que sobrepõe o real e parecem coexistir no mesmo espaço [51].

O nascimento da RA começou com um protótipo de um *Head-Mounted Display* (HDM), criado por um pioneiro da computação gráfica, Ivan Sutherland, e um estudante seu, Bob Spoull, na universidade de

Utah por volta de 1960. Este sistema apresentava simples gráficos 3D através de espelhos semi-prateados que combinavam opticamente imagens geradas computacionalmente, e que eram refletidas por tubos de raios catódicos, com objetos presentes na sala onde estava montado o sistema [52][43]. A partir daqui a pesquisa e o desenvolvimento de sistemas de RA continuou e esta tecnologia saiu dos laboratórios para cada vez mais indústrias e mercados de consumo [29]. Com o advento dos dispositivos móveis, a RA tornou-se acessível a qualquer pessoa e hoje em dia faz já parte de muitas tecnologias que nos rodeiam no nosso dia-a-dia.

As aplicações da tecnologia RA destacam-se nos seguintes domínios [43]:

- **Indústria e construção:** aplicações que permitem obter os modelos atuais de infraestruturas e certas máquinas industriais de modo a se verificar qual a sua localização, se estão de acordo com o planeado, calcular desvios críticos e planear procedimentos de remodelação. Normalmente são obtidos modelos *computer-aided design* (CAD) através de scanners 3D. Depois, o modelo é sobreposto sobre as imagens reais para se fazer a análise. Também podem ser sobrepostos modelos a executar para se verificar o local da sua construção ou instalação.
- **Manutenção e treino:** através da RA é possível apresentar instruções de montagem e reparação no campo de visão do trabalhador, o que permite um treino eficaz e uma execução correta do trabalho. É possível ainda combinar os benefícios da videoconferência com a exploração remota de outro cenário do trabalho através de uma interface de RA colaborativa.
- **Medicina:** é possível sobrepor imagens médicas, como um Raio-X, no paciente, permitindo o médico observar diretamente o seu interior e facilitar certos procedimentos médicos.
- **Informação pessoal, navegação e turismo:** existem diversas aplicações móveis, cujo objetivo é complementar o ambiente que rodeia o utilizador com informações que possam ser do seu interesse. Estas informações estão presentes no meio através de mecanismos de geolocalização ou de reconhecimento do meio e, em grande parte deste tipo de aplicações, o utilizador consegue aceder às informações através da câmara do seu *smartphone* ou então é-lhe fornecido uma visão do meio criada computacionalmente. Outro caso de uso é a tradução automática de texto que está escrito numa linguagem diferente da do utilizador.
- **Media:** em muitas competições desportivas que passam na televisão e possível ver cada vez mais anotações ao vivo, convincentes e informativas, como informações desportivas, gráficos e

logótipos 3D de marcas ou anúncios de produtos. Já na área do cinema, pode recorrer-se à RA para ver no momento como ficará uma cena depois de aplicados os efeitos especiais.

- **Publicidade e comércio:** nesta área pretende-se criar uma experiência interativa com o cliente, com a apresentação de vistas 3D arbitrárias de um produto e de informações acerca do mesmo. Existem lojas de roupa que permitem que os utilizadores visualizem como podem ficar as roupas no seu corpo sem ter de as experimentar. A superimposição de animações digitais num livro ou revista impressas quando o utilizador utiliza o seu *smartphone* também estão a começar a ser utilizadas.
- **Jogos:** existem diversos jogos que proporcionam uma experiência de RA ao utilizador por combinarem imagens captadas do meio com imagens virtuais interativas, dando a sensação que o jogo está a acontecer na realidade.

Segundo os domínios da RA acima referidos, a maior parte das aplicações mais conhecidas estão relacionadas com a sobreposição direta de imagens virtuais no mundo real. Este facto faz com que se possa cair no erro de pensar que a RA está limitada ao sentido da visão, o que não é verdade [29][51][53]. Esta tecnologia emergente não pode ser restrita a nenhum tipo de tecnologia em particular nem a um sentido específico, possuído potencial para ser aplicada a todos os sentidos, incluindo a audição, tato e cheiro [54][51][43]. A RA pode ainda ter uma aplicação mais abstrata, principalmente quando ligada com sistemas de localização, como por exemplo no caso da aplicação móvel *Valpak* baseada na localização do utilizador, que permite obter cupões de desconto para restaurantes e outros serviços que se encontrem nas proximidades, sem a obrigatoriedade de utilizar a câmara do *smartphone*.

Tendo em conta esta diversidade aplicacional da RA é importante esclarecer qual o conceito de RA utilizada na solução **Quiosque Mobile**. No caso desta solução o principal sentido que é amplificado não é a visão, o utilizador não irá utilizar a câmara do seu *smartphone* para captar imagens do ambiente que o rodeia, para posteriormente estas serem combinadas com informações geradas computacionalmente e por fim esta combinação ser mostrada no ecrã do respetivo *smartphone*. Decidiu-se que, pelo menos numa primeira versão, esta aplicação móvel não iria ter a vertente RA relacionada com o sentido da visão porque o facto de o utilizador se deslocar pela unidade de saúde com uma câmara ligada poderia fazer com que muitos dos restantes utentes se sentissem incomodados, já que o seu espaço pessoal estaria a ser invadido e, apesar de muitas unidades de

saúde serem consideradas lugares públicos, existem restrições de acesso e circulação e cada utente continua a ter o seu direito à imagem. Para além disso poderiam ser infringidas certas questões de responsabilidade e ética médica.

No caso do **Quiosque Mobile**, o conceito de RA reside na capacidade que a aplicação móvel tem de reagir ao estado no qual se encontra e responder com conteúdos em concordância. Os conteúdos de resposta são dados ao utilizador sob a forma de páginas da *Graphical User Interface* (GUI) da aplicação móvel. Cada página da GUI tem então informação virtual personalizada que complementa o ambiente físico real, de forma apenas visível para o utilizador a que se destina. Os diferentes estados da aplicação móvel e, por conseguinte, todos os conteúdos que constituem a UI, são resultado da “consciência” que a aplicação possui em relação à localização do utente dentro do edifício da unidade de saúde, em relação às tarefas que este executa e terá de executar futuramente na aplicação e em relação a informações que são enviadas por outros elementos do sistema informático para a aplicação móvel.

3.3.2 Integração

Como se pode ver na Figura 3.7, com a adição da solução **Quiosque Mobile** passam a coexistir três tipos de atendimento no mesmo espaço dentro da unidade de saúde e o utilizador pode escolher qual o que mais se adequa às suas necessidades, se o atendimento ao balcão, o atendimento através dos quiosques ou o atendimento através da aplicação móvel instalada no seu *smartphone* pessoal. O **Quiosque Mobile** passa a ser um novo módulo do **Sistema de Atendimento Virtual** apresentado anteriormente.

A comunicação entre a aplicação móvel e os restantes componentes é feita através da rede WiFi a que o utente tem acesso dentro das instalações da unidade de saúde.

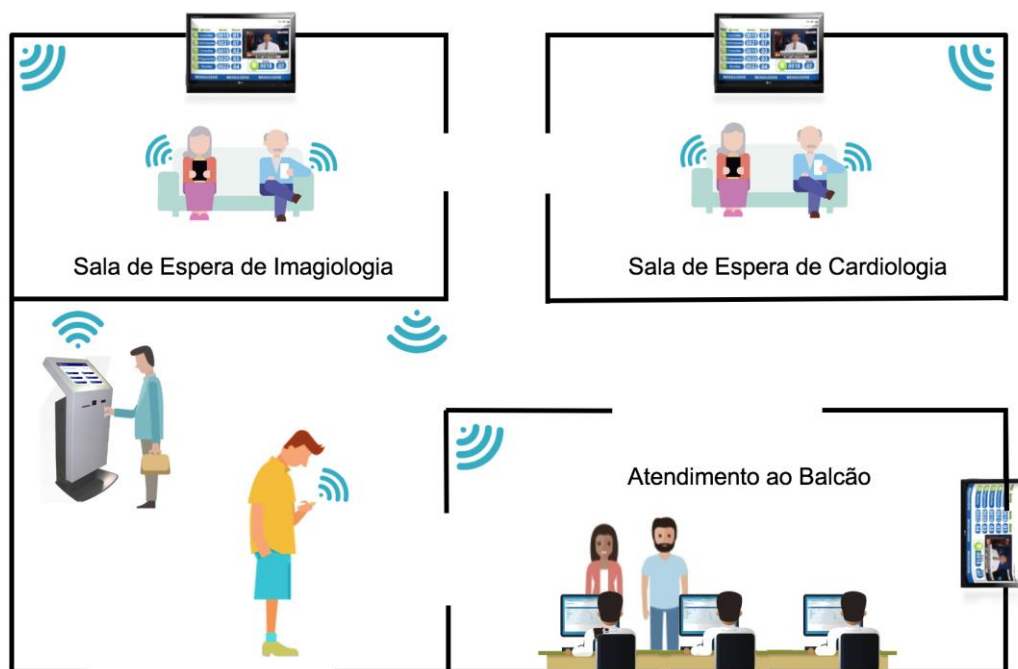


Figura 3.7 – Solução **Quiosque Mobile** integrada no ambiente da unidade de saúde (adaptado de [55]).

Quando o utente escolhe a aplicação móvel para tratar do seu próprio atendimento, ou seja, a aplicação móvel que representa a solução **Quiosque Mobile**, à medida que se vai deslocando ao longo do ambiente físico da unidade de saúde e vai executando diferentes tarefas, a aplicação móvel vai mostrando os conteúdos e funcionalidades mais adequados ao momento e situação. O utilizador tem os quiosques multimédia e os placards de chamada literalmente nas pontas dos seus dedos, sempre que quiser, e, em vez deste se deslocar até ao equipamento, é como se o equipamento se deslocasse até ele. Na medida em que existem elementos virtuais - as diversas informações que a aplicação móvel disponibiliza - e elementos que podem ser considerados reais - as funcionalidades dos quiosques multimédia e dos placards de chamada, bem como todo o ambiente físico em redor do utilizador - que dependem da localização do utilizador, das tarefas executadas por este e das informações dadas por certos elementos do sistema informático do hospital, considera-se que esta solução proporciona uma experiência de RA.

3.4 Levantamento e Análise dos Requisitos

A solução proposta tem vários requisitos que devem ser analisados e contextualizados para permitir entender a motivação de cada requisito, encontrar as soluções de cada detalhe do sistema e, conseqüentemente, conseguir obter-se resultados em concordância com os requisitos.

Antes de se falar das funcionalidades da aplicação móvel, é importante ter em consideração dois fatores, o ambiente na qual se pretende implementar a solução e o utilizador alvo:

- O ambiente hospitalar: Este tipo de ambiente é suposto ser o mais calmo possível de modo a perturbar o mínimo os pacientes, permitir uma melhor comunicação e compreensão entre os presentes e permitir também uma melhor performance e concentração por parte dos profissionais. Numa sala de espera, que é uma das zonas mais movimentadas, qualquer tipo de ruído adicional deve ser minimizado para evitar mais confusão e o serviço poder ser mais organizado e fluido. Por esta razão, a aplicação móvel desta solução não pode ser um elemento de qualquer forma perturbador.
- O utilizador alvo: O utilizador alvo deste sistema são os utentes da unidade de saúde na qual a solução RA será implementada. A menos que a unidade de saúde seja uma unidade especializada em algum tipo de faixa etária, como no caso de um centro pediátrico, a maioria dos pacientes é por norma idosa. Assim, a aplicação móvel deve ser simples e intuitiva e a GUI deve refletir tais requerimentos.

Deste modo, para o levantamento dos requisitos, teve-se em conta o propósito desta dissertação, os fatores acima discutidos e as funcionalidades do **Sistema de Atendimento Virtual**. De seguida serão apresentados os requisitos funcionais e não funcionais da aplicação móvel.

3.4.1 Requisitos funcionais

Os requisitos funcionais definem os comportamentos específicos que são expectáveis que o sistema possua. Os comportamentos do **Quiosque Mobile** são traduzidos pelas funcionalidades da aplicação móvel, portanto a aplicação móvel deve:

- Permitir que o utilizador utilize a câmara do seu dispositivo móvel para ler o código do documento da sua consulta médica para fins de autenticação na aplicação móvel;
- Permitir que o utilizador insira manualmente o código da consulta ou um *token* previamente adquirido (via *sms* ou via quiosques multimédia do **Sistema de Atendimento Virtual**) para efeitos de autenticação;
- Permitir ao utilizador autenticar-se na aplicação e aceder às funcionalidades da mesma, mesmo que este não possua qualquer tipo de procedimento medico agendado;
- Permitir ao utilizador tirar senhas para os vários serviços disponibilizados pela unidade de saúde;
- Permitir ao utilizador tirar uma senha, ou seja, fazer a sua admissão ao sistema, para um procedimento previamente agendado;
- Permitir ao utilizador tirar uma senha, ou seja, fazer a sua admissão ao sistema, para um procedimento requerido no momento;
- Permitir ao utilizador revalidar uma senha previamente adquirida para esta poder ser reutilizada na espera de um próximo serviço solicitado;
- Notificar o utilizador do valor da taxa referente à consulta / procedimento médico, assim que este retirar uma senha para tal, mencionando onde pode efetuar o pagamento da mesma;
- Permitir ao utilizador consultar os procedimentos médicos agendados para o próprio e os cinco dias seguintes;
- Permitir ao utilizador verificar se tem pagamentos de taxas em atraso e saber como pode efetuar o pagamento das mesmas;
- Permitir ao utilizador efetuar pagamentos;
- Permitir ao utilizador saber em que zona da unidade de saúde se encontra;
- Permitir ao utilizador saber informações acerca da zona da unidade na qual se encontra;
- Permitir ao utilizador saber como chegar a uma determinada zona da unidade de saúde partindo do local onde se encontra;
- Permitir ao utilizador saber quanto tempo em média demora para ser atendido;
- Notificar o utilizador com um alerta quando chegar a sua vez de ser atendido, indicando também onde é o local ao qual se deve dirigir;
- Notificar o utilizado com um alerta quando a sua consulta/ procedimento médico terminar, indicando se é necessário dirigir-se a outro local para efetuar outra ação (por exemplo, marcar nova consulta);

- Alertar o utilizador sempre que este não se encontrar na zona correta da unidade de saúde, indicando para qual zona se deve dirigir.

3.4.2 Requisitos Não-Funcionais

Os requisitos não funcionais caracterizam a qualidade global da solução **Quiosque Mobile** e, portanto, estão relacionados com a performance, acessibilidade, disponibilidade, escalabilidade, interoperabilidade, manutenção e segurança da aplicação móvel.

Os requisitos não-funcionais mais importantes em termos de execução de evolução da aplicação móvel são:

- A aplicação móvel deve ter uma GUI simples e intuitiva;
- A aplicação móvel deve estar disponível para as principais plataformas de *software* móvel;
- A aplicação móvel deve ser fácil de modificar, dependendo do que a unidade de saúde pretende;
- A aplicação móvel deve conseguir comunicar, direta ou indiretamente, com os elementos do sistema informático da unidade de saúde que forem necessários;
- A aplicação móvel deve permitir uma constante evolução;
- A aplicação móvel deve ser confiável e assegurar a privacidade de todos os dados envolvidos;

3.5 Arquitetura Funcional do Quiosque Mobile

A arquitetura funcional idealizada para a solução (Figura 3.8) baseia-se em conceitos cliente-servidor e no sistema informático da unidade de saúde.

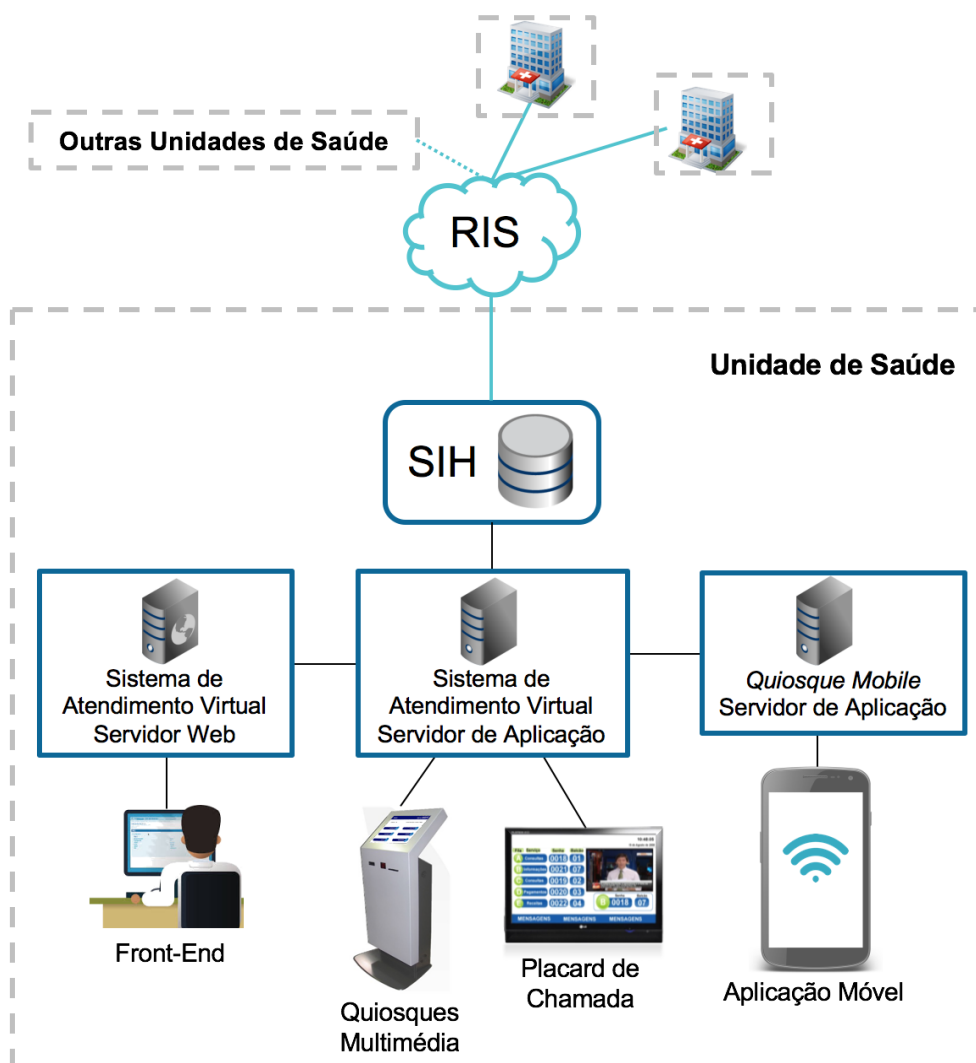


Figura 3.8 - Arquitetura funcional da solução **Quiosque Mobile** (adaptado de [55]).

O Sistema de Informação Hospitalar (SIH) da unidade de saúde possibilita a ligação entre o sistema informático da própria instituição e do de outras unidades de saúde, através da Rede de Informação da Saúde (RIS). De entre outros componentes, o SIH está ligado ao **Sistema de Atendimento Virtual** e será feita a ligação à solução **Quiosque Mobile**, mais especificamente à aplicação móvel, através dos respetivos servidores de aplicação.

A aplicação móvel faz pedidos ao **Sistema de Atendimento Virtual** acerca de senhas, filas de espera e qualquer tipo de informação relevante acerca do utente que está a utilizar a aplicação. A comunicação entre estes dois elementos de todo o sistema terá de ser contínua, de modo haja uma constante atualização, todos componentes tenham acesso às mesmas informações e não ocorram incoerências. Sempre que o utilizador realiza uma tarefa como, por exemplo, tirar uma senha para um determinado

serviço através da aplicação móvel, o sistema tem de atualizar imediatamente os quiosques, placares e o *front-end* para que não aconteça o erro de que outro utente tire uma senha com o mesmo número ou requisite um mesmo serviço para a mesma hora. Todos os pedidos e as respetivas respostas são geridos pelos servidores de aplicação.

Como já foi referido anteriormente, o utilizador tem acesso à solução **Quiosque Mobile** através da instalação da aplicação móvel num dispositivo móvel, como o seu *smartphone*, por exemplo.

3.6 Aplicação móvel

As aplicações móveis podem ser desenvolvidas de forma nativa, baseada em web ou híbrida:

- **Nativa:** uma aplicação nativa é desenvolvida para uma plataforma específica com o *Software Development Kit* (SDK), ferramentas e linguagem providos pelo fornecedor da plataforma. Isto significa que, se queremos que uma aplicação seja executada em diferentes plataformas, esta tem de ser escrita em diferentes linguagens, *C* ou *Swift* para *iOS*, *Java* para *Android* e *C#* para *Windows* e usando diferentes ferramentas. Tudo isto diminui significativamente a eficiência do desenvolvimento e, dependendo da complexidade da aplicação, esta tarefa pode ser mesmo impossível. No entanto, esta forma de desenvolvimento é a que proporciona um melhor desempenho e possibilita o acesso a todas as funcionalidades subjacentes de *software* e *hardware* do dispositivo [56][57].
- **Web:** as aplicações baseadas em web, embora ofereçam aos utilizadores a sensação de que estão a aceder a um aplicativo nativo, são acedidas como qualquer página da web, já que estão a ser executadas no *browser* e, portanto, são independentes da plataforma. Como o seu desenvolvimento é feito em HTML e, hoje em dia, quase todos os web sites utilizam essa linguagem, a distinção entre aplicações web e páginas web normais tornou-se embaçada [58].
- **Híbrida:** por fim, a abordagem híbrida encaixa-se entre a metodologia nativa e a baseada em web, uma vez que se utilizam tecnologias web como HTML5, *JavaScript* e CSS e a aplicação é executada dentro de um *wrapper* nativo para que possa ser instalada num dispositivo móvel e se consiga aproveitar os muitos recursos do dispositivo móvel. O mesmo código pode ser usado para diferentes plataformas, editando apenas uma pequena parcela segmentada em uma plataforma específica, o que permite um rápido desenvolvimento. Comparando as

aplicações híbridas com as nativas, o desempenho é considerado inferior, no entanto, os *smartphone*s e outros dispositivos têm capacidades cada vez mais poderosas e, portanto, essa desvantagem não é realmente notada [59].

3.6.1 Estados e GUI

Os conteúdos exibidos no *smartphone* do paciente, ou seja, as diferentes páginas da GUI, quando a aplicação móvel se encontra em execução, dependem do estado no qual a aplicação móvel reconhece que se encontra.

A programação orientada a eventos é um paradigma que dita que o fluxo do programa é determinado por certos eventos, como ações do utilizador ou de outros programas. Neste caso, o fluxo das páginas da aplicação móvel são a resposta dada aos diferentes estados. Estes estados por sua vez dependem das ações do utilizador na própria aplicação e da sua localização dentro do edifício da unidade de saúde. Por vezes o servidor de aplicação envia também certas informações para a aplicação que podem ou não fazer com que esta mude de estado.

Estando definidos os requisitos funcionais do sistema há que proceder à sua organização. Em relação às ações diretas que o utilizador pode ter sobre a aplicação, em primeiro lugar faz sentido que este tenha de se autenticar para aceder às diversas funcionalidades que lhe são oferecidas. Como funcionalidades base têm-se as funções dos quiosques multimédia do **Sistema de Atendimento Virtual**, mais especificamente, fazer admissão a uma consulta previamente marcada, tirar senhas e ainda verificar se existem consultas marcadas para os próximos dias ou pagamentos em atraso. Depois, a aplicação móvel deve fornecer informações acerca da zona da unidade onde o utente se encontra e alertar caso este não se encontre na zona correta. Tem ainda de existir a função de terminar sessão na aplicação.

Note-se que as tarefas permitidas pela aplicação dependem do tipo de paciente que acede à aplicação. O tipo de utilizador dita essencialmente se, em algum momento futuro no presente dia, este tem de efetuar ou não a admissão ao sistema. Determinaram-se então dois tipos de utilizador:

- **Utilizador U:** utente que tem pelo menos um procedimento médico agendado no dia em que acede à aplicação móvel, ou seja, tem de fazer a admissão ao sistema para cada procedimento agendado e, por conseguinte, tem de poder efetuar esta tarefa;
- **Utilizador O:** utente que não tem nenhum procedimento médico agendado no dia em que acede à aplicação móvel.

Depois do paciente fazer a sua admissão para um procedimento marcado ou tirar uma senha para outro serviço, o utente fica à espera que a aplicação o notifique de que chegou a sua vez de ser atendido. Depois de ser atendido e terminar a sua consulta ou procedimento médico, a aplicação notificará de novo o utilizador.

Tendo estas características em vista, primeiramente planearam-se as páginas da GUI (ver Tabela 3.1) e os menus laterais possíveis (ver Tabela 3.3). Depois planearam-se as ações diretas que o utilizador pode ter sobre estas páginas e menus (ver Tabelas 3.2 e 3.4).

Tabela 3.1 – Páginas da GUI da aplicação móvel (adaptado de [55])

<i>Página</i>	<i>Descrição</i>
Login	Primeira página da aplicação, permite que o utilizador se autentique.
Bem-Vindo U	Caso o utilizador tenha algum compromisso médico agendado para o dia em causa é redirecionado para esta página principal com informações acerca mesmo (data, hora, nome do profissional de saúde e especialidade). Esta página tem também um botão que permite que o utilizador faça a sua admissão ao sistema.
Bem-Vindo O	Se o utilizador não tem nenhum compromisso médico agendado é redirecionado para esta página principal que possui informações diversas.
Senhas	Esta interface permite que o utilizador tire senhas para os vários serviços disponibilizados pela unidade de saúde e faça deste modo a sua admissão ao sistema.
Agenda	Aqui o utilizador pode ver informações acerca de eventuais futuros compromissos médicos agendados.
Pagamentos	Se o utilizador tem pagamentos de taxas em atraso pode consultar essa informação nesta interface.

Outras Informações	Nesta página, o utente pode consultar essencialmente informações acerca da zona da unidade de saúde onde se encontra, especialidades, doenças, exames, tratamentos, entre outros.
Espera	Depois do utilizador fazer a admissão ao sistema, é redirecionado para esta página inicial onde é apresentado o número da senha e informações sobre a sua consulta ou serviço requisitado.
Atendimento	Durante o atendimento, nesta página inicial podem ser consultadas diversas informações acerca da sua consulta, zona, instituição de saúde, entre outros.

Cada página da GUI, com exceção da página **Login**, tem um menu lateral que permite que se navegue para outras páginas. O menu lateral depende do tipo de utilizador, mas também do tipo de tarefas que já foram executadas. A diferença do menu lateral na aplicação quando utilizada por um utilizador do tipo **U** e do tipo **O** é a página que aparece no topo, ou seja, a página inicial porque as restantes opções de ambos os menus permitem que se navegue para as mesmas páginas (**Senhas**, **Agenda** e **Pagamentos**). Assim designou-se por **Menu O** e **Menu U** os menus que existem, respetivamente, quando o utilizador é do tipo O e U. Quando o utilizador faz a sua admissão ao sistema, este fica impossibilitado de tirar uma nova senha até que a sua consulta termine. Neste intervalo de tempo existem dois menus laterais diferentes que apenas diferem também na página inicial. No primeiro menu, o **Menu E**, tem-se a página inicial a **Espera** e no segundo, o **Menu A**, tem-se a página inicial **Atendimento**. Quando o utente for notificado que a sua consulta terminou, o menu lateral passa a ser aquele referente à página inicial para a qual foi redirecionado. Em suma têm-se 4 menus laterais diferentes cujas possíveis ações se encontram demonstradas na Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Conjunto de todas as ações possíveis ao utilizador (adaptado de [55])

Ações possíveis ao utilizador	
a	Autenticação
b	Aceder à página Bem-Vindo U
c	Aceder à página Bem-Vindo O
d	Admissão ao sistema para consulta agendada

e	Aceder ao menu disponível
f	Aceder à página Senhas
g	Tirar senha
h	Aceder à página Agenda
i	Aceder à página Pagamentos
j	Aceder à página Outras Informações
k	Aceder à página Espera
l	Aceder à página Atendimento
m	Sair da aplicação

Tabela 3.3 – Ações possíveis ao utilizador no menu lateral (adaptado de [55])

Menu Lateral	Ações possíveis ao utilizador
U	b, f, h, i, j
O	c, f, h, i, j
E	k, h, i, j
A	l, h, i, j

Tabela 3.4 – Relação entre estados do sistema, páginas da GUI e correspondentes menus laterais e ações permitidas na página (adaptado de [55])

Estado	Página	Menu Lateral	Ações possíveis ao utilizador na Página
0	Login	NA	a
1	Bem-Vindo U	U	e, d, m
2	Bem-Vindo O	O	e, m

3	Senhas	U O	e, g, m
4	Agenda	U O E A	e, m
5	Pagamentos	U O E A	e, m
6	Outras Informações	U O E A	e, m
7	Espera	E	e, m
8	Atendimento	A	e, m

As notificações da aplicação constituem subestados do sistema:

- **S1/3-7:** Notificação com informação de que o utente tem de pagar uma taxa. Esta notificação aparece depois do utente fazer a sua admissão ao sistema, quer seja para uma consulta previamente marcada (estado 1) ou para um serviço requerido no momento (estado 3), ou seja, aparece antes da aplicação passar para o estado 7 em que fica à espera de ser chamado.
- **S7-8:** Notificação que alerta o utilizador que chegou a sua vez de ser atendido, é esta notificação que provoca a transição do estado 7 para o estado 8. Esta notificação é despoletada pelo sistema informático da unidade de saúde quando um médico, funcionário do atendimento ao balcão, enfermeiro ou qualquer profissional que vá prestar serviço ao utente que requisitou a respetiva senha.
- **S7/S8:** Estes subestados correspondem a uma notificação que informa o utilizador de que este não se encontra na zona correta da unidade hospitalar. Esta notificação pode aparecer ou no estado 7 ou no estado 8 e não ocorre nenhuma mudança de estado, ou seja, se a aplicação está num determinado estado e passa para este subestado, a seguir volta para o estado em que estava.
- **S8-1/2:** A notificação que corresponde a este subestado informa o utilizador de que a sua consulta terminou e se é necessário dirigir-se a outro local. Depois desta notificação, a aplicação móvel passa do estado 8 para o estado 1 ou 2, dependendo se o utilizador tem ou não mais algum procedimento agendado para aquele dia. Mais uma vez, esta notificação é despoletada pelo sistema de informático da unidade de saúde.

Todo o fluxo entre estados e subestados pode ser traduzido no fluxograma da Figura seguinte (Figura 3.9). Para facilitar a representação dos menus, estes são também representados por subestados:

- **SMU**: Este subestado representa o **Menu U**;
- **SMO**: Este subestado representa o **Menu O**;
- **SME**: Este subestado representa o **Menu E**;
- **SMA**: Este subestado representa o **Menu A**.

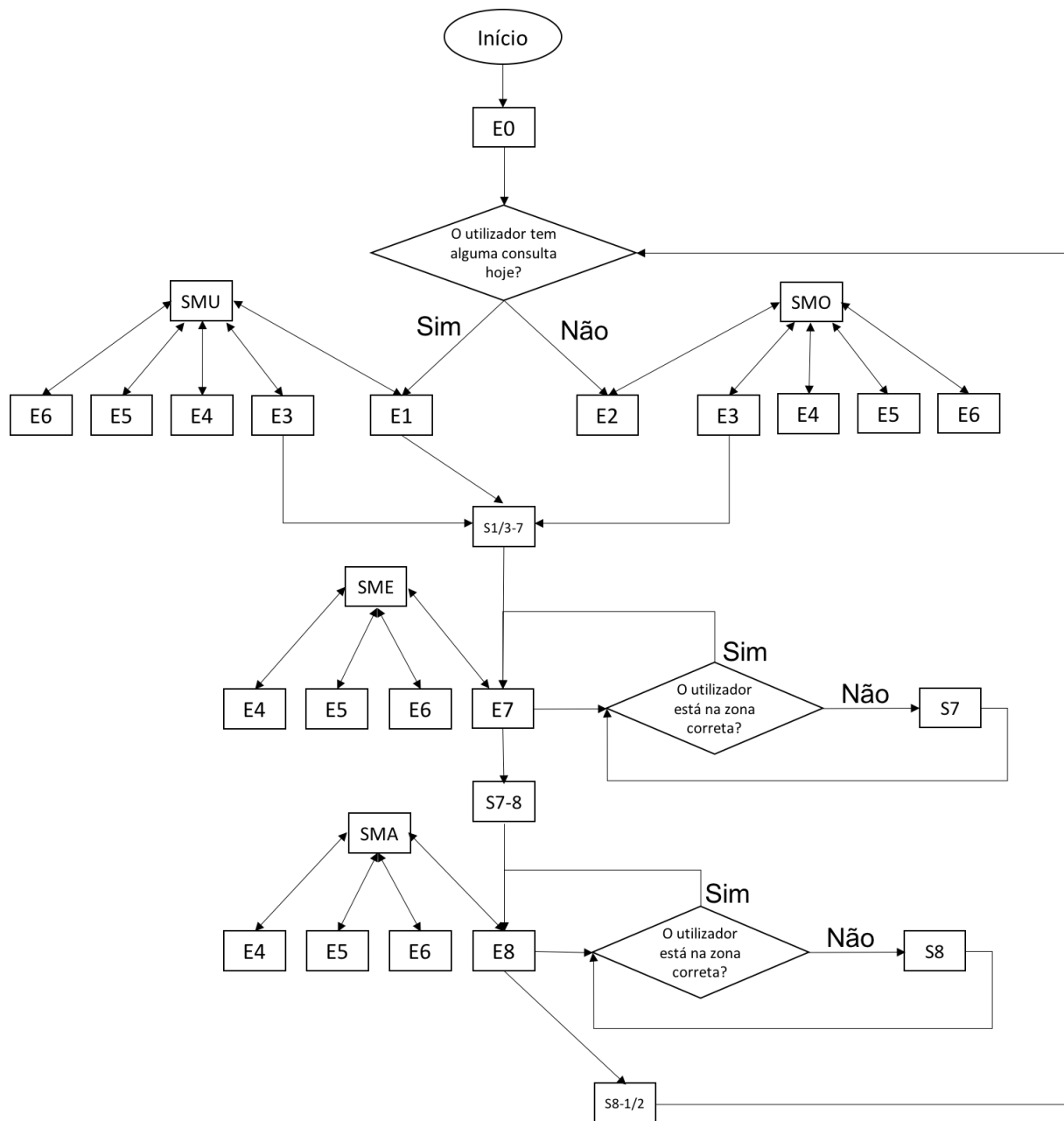


Figura 3.9 – Fluxograma de estados e subestados da aplicação.

3.7 Sistema de localização *Indoor*

Para que o **Quiosque Mobile** forneça ao utilizador uma experiência de RA, em que o utilizador tem a sensação de que o meio que o rodeia está preenchido com as informações mais à situação em que se

encontra, o dispositivo móvel do utilizador da aplicação móvel precisa de ser localizado dentro da unidade de saúde.

A localização consiste na verificação da posição espacial de um objeto ou pessoa, de acordo com um sistema de coordenadas. A solução de localização mais conhecida é o *Global Positioning System* (GPS), por ter uma abrangência global que permite que um dispositivo possa ser localizado em qualquer parte da superfície terrestre que tenha no mínimo acesso a 4 satélites e independentemente das condições climáticas. No entanto, o GPS quando utilizado no interior de edifícios mostra-se pouco preciso devido à dificuldade de deteção de sinal, portanto, esta solução é apenas viável em ambiente exterior [60] [61].

A localização *indoor* tem sido alvo de muita exploração porque mesmo dentro de um edifício, as pessoas estão em constante movimento e o conhecimento da sua localização pode ser muito importante, não só para o indivíduo saber onde se encontra, mas as aplicações que tiram proveito da localização do dispositivo móvel para fornecerem um melhor serviço ao utilizador. Para que os sistemas de localização *indoor* sejam de fácil aceitação, tal como um sistema GPS, têm de oferecer também conforto, segurança, mobilidade e invisibilidade durante a sua utilização. Assim são preferíveis tecnologias sem fios, destacando-se a tecnologia WiFi [60] [61].

Hoje em dia as redes WiFi existem em massa em praticamente todos os locais, quer sejam públicos, privados, interiores ou exteriores, e é possível utilizar uma mesma rede para comunicar, trabalhar, transferir dados, entre outros. Por ser tão comum, a sociedade tem já um elevado nível de aceitação para com esta tecnologia. Assim, a implementação de um sistema de localização *indoor* baseado no sinal WiFi não requer praticamente nenhum custo envolvido. Por ser tão prática, de fácil integração e poder ser utilizada para diversos fins em simultâneo os sistemas de localização *indoor* baseados no sinal WiFi são os mais adotados [60] [61].

De entre as várias técnicas utilizadas na criação de um sistema de localização *indoor* que utilize o sinal WiFi salienta-se a técnica WiFi *Fingerprinting*, baseada na intensidade do sinal. Esta técnica é composta por duas fases distintas: uma fase *offline* e outra *online*. A primeira fase tem como objetivo criar um mapa constituído por registos das forças dos sinais WiFi e os identificadores respetivos de cada ponto de acesso (*Access Point* - AP), para cada local escolhido do edifício. O identificador específico de cada

AP é dado pelo seu BSSID (*Basic Service Set Identifier*). Todos os registos têm de ser feitos a partir de um mesmo dispositivo. A segunda fase permite que, após uma comparação entre as leituras dos sinais WiFi feitas pelo dispositivo móvel a localizar com os valores guardados no mapa, se consiga inferir acerca da sua localização, podendo esta fase ser de natureza determinística ou probabilística. O mapa criado pode estar associado a uma representação gráfica da planta do edifício para se conseguir mostrar visualmente onde se encontra o dispositivo a localizar [61].

Num sistema de localização *indoor* por WiFi, é importante ter conhecimentos dos APs do edifício em questão, das distâncias ao dispositivo móvel, dos caminhos percorridos pelo sinal e a sua atenuação, entre outras características que devem ser analisadas. Esta conclusão pode ser retirada através da análise da Figura x que mostra as diferenças de intensidade do sinal WiFi de acordo com o meio.

3.7.1 Tecnologia WiFi

A tecnologia WiFi consiste na troca de ondas eletromagnéticas com uma frequência acima dos 2,4GHz, entre pelo menos dois dispositivos, em que pelo menos um é um AP com fios e os outros são dispositivos sem fios, como telemóveis ou computadores portáteis. A norma dominante é norma IEEE 802.11 [62] [63].

As ondas eletromagnéticas propagam-se num meio físico, quer este seja sólido, líquido ou gasoso, e, portanto, dependendo dos meios que vão transpondo, vão sofrendo fenómenos que modificam o sinal inicial. Destacam-se os seguintes fenómenos:

- **Atenuação:** à medida que um sinal se vai propagando vai perdendo energia para o meio, sendo que, dependendo do material pelo qual passa, essa perda pode ser maior ou menor. As condições ambientais, como a humidade por exemplo, aumentam a atenuação, já que as partículas de água encontradas no ar absorvem as ondas WiFi, enfraquecendo o sinal.
- **Ruído:** certos sistemas e fenómenos naturais que gerem energia no espectro eletromagnético, provocam um ruído de fundo no sinal original. Desta forma este pode ser confundido com o ruído e a informação que chega ao recetor não ser a correta ou pode mesmo não chegar a ser detetado.

- **Reflexão e refração:** estes fenómenos ocorrem, respetivamente, quando um sinal que está em propagação altera a sua direção e quando um sinal passa para um meio com uma densidade diferente, o que altera a sua velocidade. Em ambos os fenómenos ocorre uma atenuação na direção e intensidade do sinal porque parte da energia é absorvida pelo material.
- **Multipath:** os fenómenos acima mencionados muitas vezes fazem com que o sinal siga múltiplos caminhos desde o emissor até ao recetor. O problema deste fenómeno é a interferência destrutiva que ocorre quando existem várias atenuações no sinal, podendo ocorrer até uma troca de fase no mesmo.

Em suma, para haver o mínimo de perdas do sinal WiFi e este se propagar de forma praticamente perfeita, a distância e o número de obstáculos entre o dispositivo emissor e o recetor terão de ser também mínimos. A forma de propagação do sinal WiFi pode ser analisada na Figura 3.10.

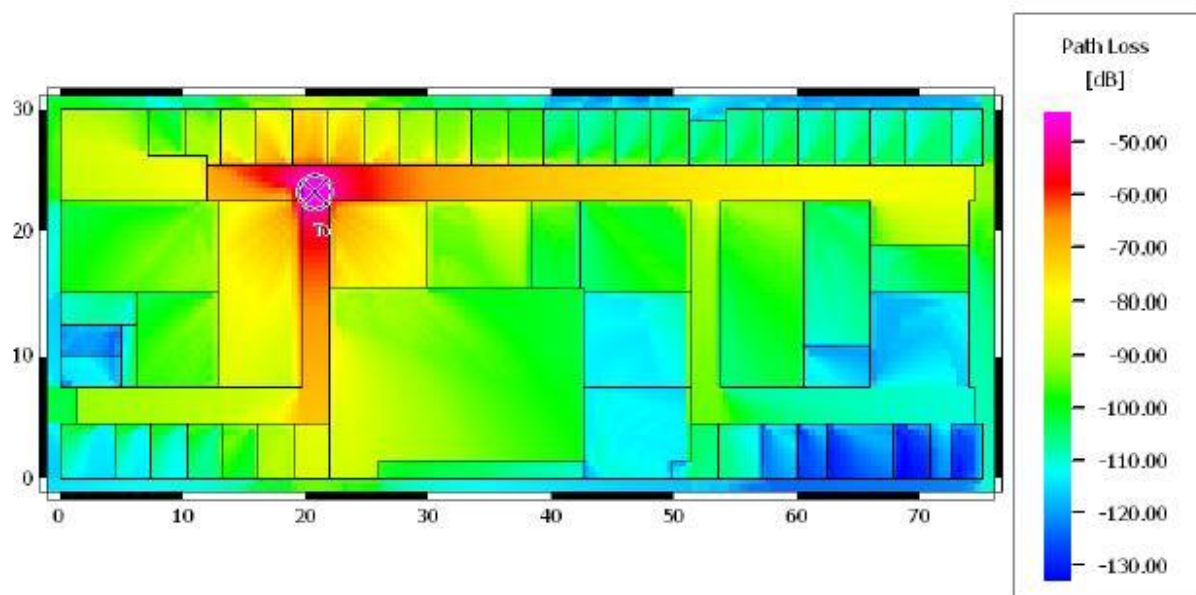


Figura 3.10 - Propagação do sinal WiFi dentro de um edifício. Valores medidos em - db, uma medida de perda de potência de sinal. Quanto mais negativo o valor maior é a perda de potência do sinal original WiFi [63].

3.7.2 Métodos e Algoritmos de Localização

A escolha do melhor método para o desenvolvimento de um sistema de localização *indoor* tem de ter em conta quais as condicionantes que vão existir no interior do edifício, como existência de paredes, equipamentos que possam causar interferências, movimento de pessoas e objetos diversos.

Na prática a maioria dos algoritmos de localização que utilizam o WiFi, calculam a localização do dispositivo ou objeto utilizando a força do sinal WiFi, podendo ser utilizado o RSS (*Received Signal Strength*), um valor que representa níveis de potência do sinal em mW, ou o RSSI (*Received Signal Strength Indicator*), um índice relativo medido em dBm. As desvantagens destas medições é que são sensíveis ao meio ambiente e ao longo do tempo o cenário vai sofrendo várias alterações, condicionando a estimativa do posicionamento [61].

Têm sido propostos diversos algoritmos na esperança de diminuir as interferências do meio ambiente e aumentar a precisão da inferência da localização. Os tipos de algoritmos de localização podem ser divididos da seguinte forma [62][61]:

- **Proximidade:** a localização do dispositivo é estimada através da sua proximidade com o AP. Conhecendo os APs e a sua área de cobertura é possível saber em que área de cobertura se encontra o dispositivo. Caso o dispositivo seja detetado por vários APs, a sua localização é dada por aquele que representar a maior potência de sinal recebido. Este método é também conhecido por *Cell of Origin*.
- **Triangulação:** esta técnica utiliza as propriedades geométricas dos triângulos para estimar a localização do dispositivo, sendo utilizados os lados na lateralização ou os ângulos no caso da angulação:
 - **Lateralização:** obtém-se a posição de um ponto através da distância entre o mesmo ponto e pontos de referência. Esta distância pode ser obtida através de medições do RSS dos vários APs ou através do tempo que o sinal demora a percorrer o caminho entre o(s) AP(s) e o dispositivo. O tempo pode ser medido de acordo com o método *Time of Arrival (ToA)* ou *Time Difference of Arrival (TDoA)*.
 - **Angulação:** A localização é calculada com base no ângulo de incidência com que o sinal é recebido. O ângulo é calculado segundo o método *Angle of Arrival (AoA)*.
- **Análise do ambiente:** nesta técnica faz-se uma análise prévia do ambiente no qual se pretende implementar o sistema de localização e posteriormente utiliza-se a técnica WiFi *Fingerprinting*. Os algoritmos utilizados na fase *online* da técnica WiFi *Fingerprinting* podem ser de dois tipos:

- **Determinísticos:** Este tipo de algoritmos utilizam a diferença entre os valores da potência de sinal que foram medidos na fase *online* e na fase *offline*, para encontrar o(s) ponto(s) que melhor correspondem à localização real do dispositivo. De entre os algoritmos determinísticos destaca-se os *K-Nearest-Neighbor* (kNN).
- **Probabilísticos:** Para além deste tipo de algoritmos ter em conta a informação do ambiente, têm em conta teoremas probabilísticos (método de *Bayes* e *Support Vector Machines* (SVMs)) e técnicas de *Machine Learning*.

Quando existe interesse em seguir em tempo real o movimento de um dispositivo estes algoritmos são combinados com técnicas que envolvem sistemas como o giroscópio e o acelerómetro, que já se encontram presentes em grande parte dos dispositivos móveis.

3.8 Modelo Relacional

Pretende-se que a solução **Quiosque Mobile** tenha acesso às informações de cada unidade de saúde onde for integrada, portanto o sistema tem de estar conectado às bases de dados de interesse.

Tal como foi visto anteriormente, o módulo do G. Avirtual do **Sistema de Atendimento Virtual** é responsável pela gestão de todo o sistema de atendimento, desde efetivações, senhas, pagamentos e filas até aos placares de chamada e quiosques. Assim ter acesso às bases de dados do sistema de atendimento por quiosques é fundamental.

Para além disso a aplicação precisa de saber diversas informações acerca do utente que fizer login na aplicação e precisa de ter acesso ao mapa WFM criado na fase *offline* do sistema de localização *indoor*.

Foi fornecida a base de dados de teste do **Sistema de Atendimento Virtual**, na qual consta uma tabela designada de zonas que possui informações que identificam cada zona da unidade de saúde. Para além do identificador de cada zona, esta tabela fornece informações acerca da localização da zona, da cor ou número que a identifica e acerca de qual a fila do balcão de atendimento dessa mesma zona. As zonas presentes nesta tabela são aquelas que têm de ser mapeadas e colocadas no WFM. Assim conceptualizou-se a tabela WFM, com o parâmetro idZONA, uma chave estrangeira que corresponde ao

parâmetro ID da tabela `zonas`, o parâmetro BSSID. O esquema da tabela `WFM` e `zonas` pode ser observado na Figura 3.11.

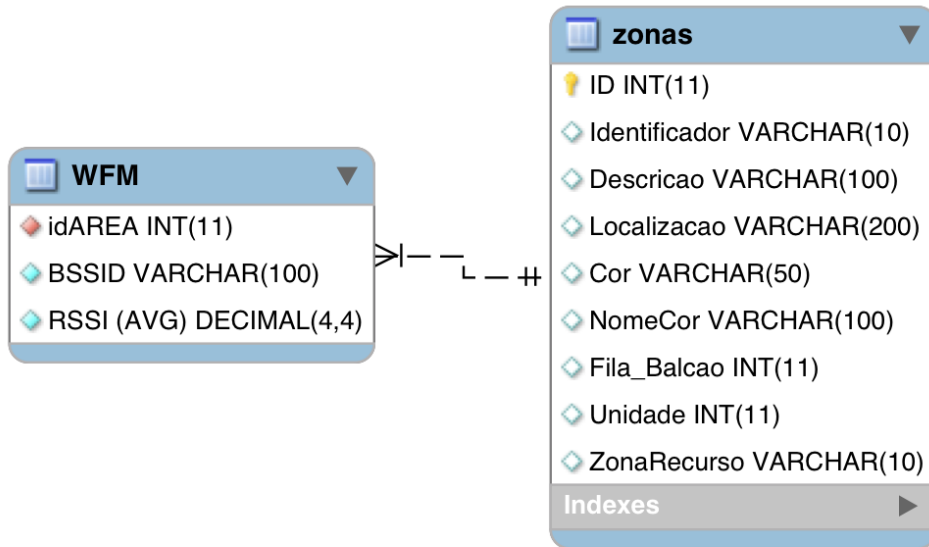


Figura 3.11 – Modelo relacional das tabelas `WFM` e `zonas`.

Foi conceptualizada também a tabela `ONLINE` (ver Figura 3.12) para que sempre que um utilizador faça autenticação na aplicação móvel fique registado que esse utilizador está online. Um dos parâmetros é o identificador do utente utilizado pelas bases de dados da unidade de saúde, sendo este parâmetro uma chave estrangeira, e a cada identificador do utente está associado o *token* que identifica o dispositivo móvel em que o utente se autenticou. Tendo esta informação disponível, o servidor consegue identificar facilmente para qual utente, isto é, para qual dispositivo móvel tem de enviar determinadas informações.

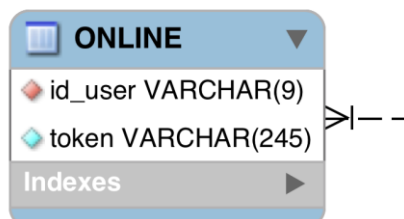


Figura 3.12 – Tabela `ONLINE`.

4. DESENVOLVIMENTO E TESTE DE UM PROTÓTIPO DO QUIOSQUE MOBILE

4.1 Introdução

Tal como se pode ver na arquitetura conceptualizada para esta solução, o **Quiosque Mobile** foi conceptualizado para ser integrado no sistema de atendimento automático já existente na unidade de saúde. Para efeitos de teste do protótipo, escolheu-se o Departamento de Informática da Universidade do Minho (DIUM), portanto o sistema foi desenvolvido tendo este fator em consideração.

Neste capítulo explica-se como se procedeu ao desenvolvimento e avaliação de um protótipo desta solução. Este processo seguiu o seguinte fluxo:

- Desenvolvimento do sistema de localização *indoor*;
- Desenvolvimento da interface gráfica e das funcionalidades da aplicação móvel;
- Desenvolvimento de um modelo relacional;
- Desenvolvimento de um servidor de aplicação.

4.2 Sistema de Localização *Indoor*

Para que o **Quiosque Mobile** forneça ao utilizador uma experiência de RA, em que o meio que o rodeia é preenchido com as informações mais adequadas à situação do utilizador, o dispositivo móvel do utilizador da aplicação móvel precisa de ser localizado dentro da unidade de saúde.

Hoje em dia a rede de internet sem fios, mais conhecida como rede WiFi, encontra-se instalada em praticamente todo o lado, dentro e fora dos edifícios e em diferentes tipos e instituições. Como o WiFi é uma onda eletromagnética, transporta energia e à medida que se vai propagando esta vai diminuindo. Esta característica permite que seja possível calcular as distâncias relativas entre os emissores da onda (um AP por exemplo) e o recetor (um *smartphone* ou outro dispositivo que consiga fazer o rastreamento das redes WiFi que o rodeiam), sendo, portanto, possível calcular a localização do recetor.

Visto que a solução poderá vir a ser implementada em vários edifícios, para a criação do sistema de localização *indoor* inicialmente estabeleceu-se que o sistema deveria ser flexível e facilmente adaptável a qualquer edifício. Assim, decidiu-se criar um sistema de localização *indoor* de carácter probabilístico, baseado na técnica WiFi *Fingerprinting*, no qual não se fez um estudo prévio do tipo e estrutura do edifício nem das outras interferências que podem existir. Como também não existe interesse em seguir de forma fluida o movimento do utente, não foram aplicadas quaisquer técnicas de localização em tempo real.

O sistema desenvolvido tira proveito das características do WiFi, nomeadamente da força deste tipo de sinal, ou seja, do seu RSSI para se conseguir localizar o utente dentro da unidade de saúde. O desenvolvimento e atuação deste sistema de localização *indoor* divide-se em duas fases, uma primeira fase *offline* e a segunda e última *online* que vão ser explicadas de seguida.

4.2.1 Fase *Offline*

A fase *offline* tem como objetivo criar um mapa, que foi designado por *WiFi Fingerprint (WiFi Fingerprint Map - WFM)*, da unidade de saúde. Normalmente as unidades de saúde estão divididas por zonas, de acordo com especialidades ou serviços que a unidade de saúde possa oferecer, logo o mapeamento tem de ser feito segundo esta característica. Este mapa relaciona, portanto, cada zona da unidade de saúde com os RSSI dos APs da rede WiFi que são detetados na respetiva zona. Como o sistema de localização *indoor* foi sendo desenvolvido para poder ser testado no DIUM, simulou-se que este era uma unidade de saúde dividida em diversas zonas.

Para se obter o WFM resolveu-se tirar proveito das funcionalidades do **OS X**. Uma das funcionalidades é designada de *airport* e permite detetar os sinais WiFi em redor, bem como fazer diversas configurações na ligação ao sinal WiFi através do terminal de um computador *Mac*. Desenvolveu-se um programa em C que recebe como *input* o nome da zona onde o computador se encontra de momento e corre um *script* em *bash* que recorre à funcionalidade *airport* para retornar os dados de interesse referentes à leitura dos sinais WiFi que são detetados nessa zona. Como o sinal WiFi é inconstante, foram feitas dez leituras para cada zona para se aumentar a confiança nos valores obtidos. Ao longo deste processo vão sendo feitas conexões a uma tabela *MySQL* previamente criada e vai sendo feito o

seu preenchimento, com a zona que foi dada como *input* ao programa, os vários BSSIDs e os respectivos RSSIs. O programa pode ser resumido pelo algoritmo apresentado na Figura 4.1.

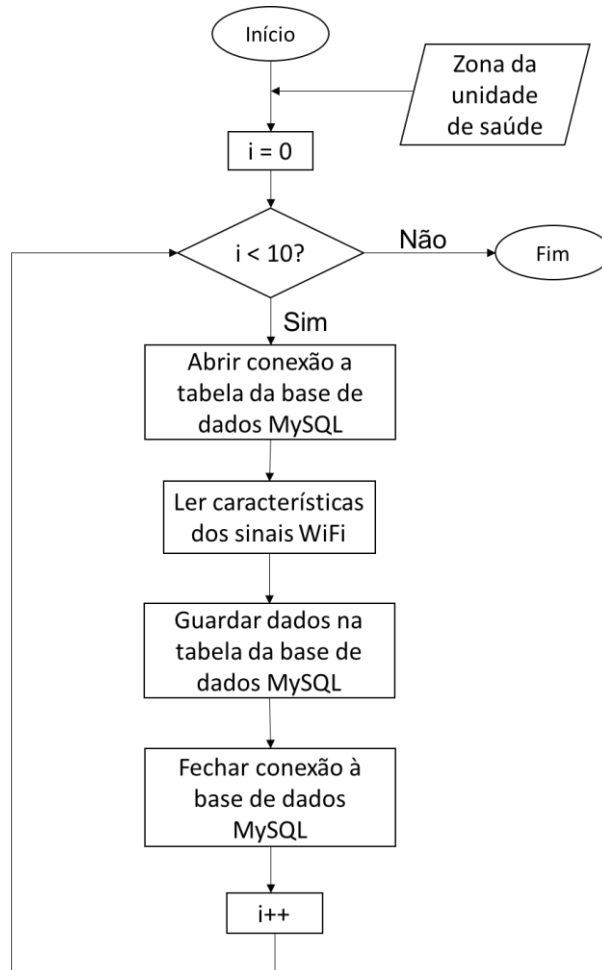


Figura 4.1 – Algoritmo do programa em C utilizado para construir o WFM.

Este programa é corrido o número de vezes que se quiser, dependendo da quantidade de zonas que se pretende mapear. Tendo esta tabela completamente preenchida com todas as leituras feitas para todas as zonas, criou-se uma nova tabela de dados que traduz o WFM final, formado pela impressão digital de cada zona, havendo uma relação entre o nome da zona, com os vários BSSIDs para cada zona e para cada BSSID uma média de todos os valores da força do sinal recebido que foram lidos, ou seja, um valor RSSI médio.

No final do processo, este mapa foi colocado no servidor da aplicação móvel de modo a ficar disponível para poder ser utilizado na fase *online* que vai ser explicada de seguida. A relação entre a fase *offline* e online está ilustrada na Figura 4.2.

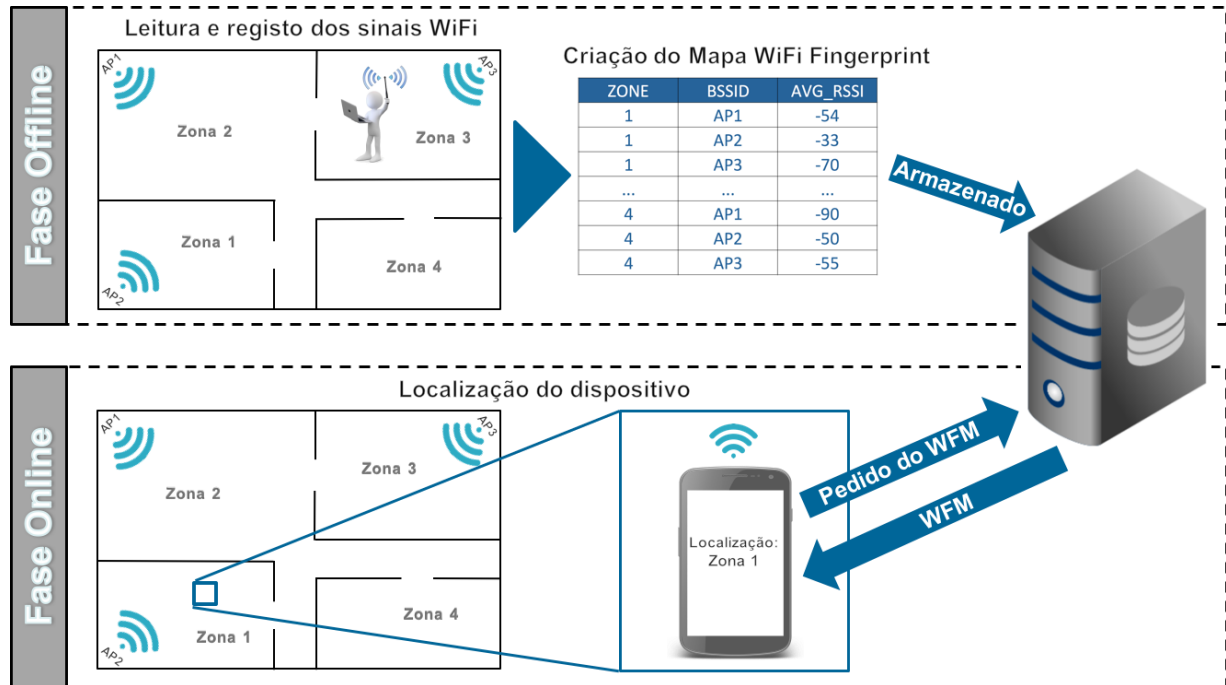


Figura 4.2 – Fases *Offline* e *Online* do sistema de localização *indoor* (adaptado de [55]).

4.2.2 Fase *Online*

A fase *online* envolve já o dispositivo no qual o utilizador instala a aplicação móvel da solução **Quiosque Mobile** e o objetivo é proceder à sua localização dentro da unidade de saúde.

Depois do WFM estar já armazenado num servidor online acessível à aplicação móvel, a aplicação vai efetuar o download do mesmo. Tendo o mapa disponível, a aplicação móvel vai aceder ao mapa e comparar os valores deste com os valores obtidos na leitura dos sinais WiFi captados nesse mesmo momento pelo dispositivo móvel e inferir acerca da zona da unidade de saúde onde se encontra. O *download* prévio do mapa impede que ocorram erros de localização por indisponibilidade de rede e faz também com que o servidor não sofra sobrecargas desnecessárias.

Para se proceder a esta inferência, foi desenvolvido um algoritmo de similaridade de natureza probabilística que compara os valores do mapa com os obtidos pelo dispositivo e retorna a localização

mais provável. Perante a situação e as técnicas escolhidas, sugere-se este algoritmo como o mais adequado. Os passos que o constituem podem ser observados na Figura 4.3.

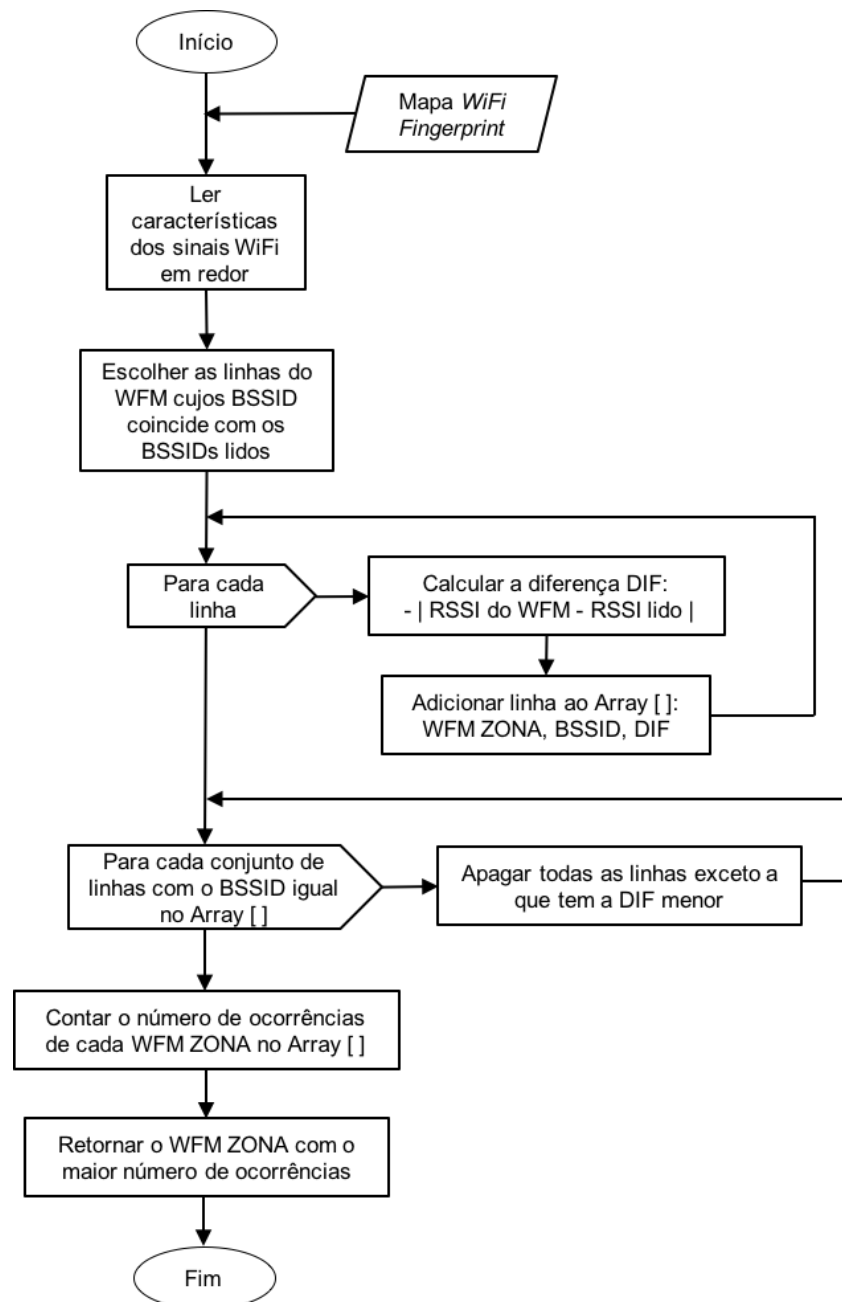


Figura 4.3 – Algoritmo de similaridade probabilístico (adaptado de [55]).

Este algoritmo de similaridade foi implementado na aplicação móvel para sempre que seja necessário saber onde se encontra o paciente, a respetiva função ser corrida. Ao correr a função apenas quando necessário, a aplicação fica mais leve e poupa-se energia.

4.3 Aplicação Móvel

Tendo em conta as vantagens que advêm do tipo de desenvolvimento híbrido, decidiu-se que se se iria adotar uma abordagem híbrida. A ferramenta escolhida para desenvolver a aplicação móvel foi a *Ionic2*, uma ferramenta *open-source* baseada em HTML5 concebida para o desenvolvimento de aplicações móveis híbridas. A maior parte do código pode ser escrito utilizando HTML/CSS/Javascript, mas caso seja necessário ir mais longe e aceder à camada nativa pode-se utilizar *plugins* ou escrever código nativo.

Por ser baseada em HTML5, para que em vez de a aplicação corra no browser possa correr de forma aparentemente nativa, utiliza-se um *wrapper* como o *Cordova*, que é responsável carregar os ficheiros HTML/CSS/Javascript numa *WebView* (uma espécie de *browser* interno) quando a aplicação móvel é iniciada. O *Cordova* permite a conexão com a camada nativa da plataforma de modo a se poder invocar código nativo a partir do Javascript e se conseguir tirar o maior proveito possível das funcionalidades do dispositivo móvel, como dos sensores, dos dados, do estado das ligações, entre outros.

A *Ionic2* utiliza também o Angular 2, uma ferramenta mantida pela Google, para executar muitas das funcionalidades nucleares e estruturais, sendo esta altamente recomendada por ter alto nível de abstração e flexibilidade. Esta ferramenta atravessa o tipo de plataforma do dispositivo e deixa que se escreva apenas uma aplicação móvel que é compatível com múltiplas plataformas. A GUI muda inclusive consoante o tipo de plataforma em que a aplicação está a correr de modo a ficar em concordância com os standards nativos.

4.3.1 Sistema de Localização *Indoor* (fase *online*)

Tendo o sistema de localização *indoor* planeado e concretizadas tanto a fase *offline* como parte da fase *online*, isto é, desenvolvido o algoritmo de similaridade a utilizar na aplicação móvel, partiu-se para o desenvolvimento da parte *online* para se conseguir inferir, sempre que desejada, a localização mais provável do utilizador dentro da unidade de saúde. Assim, passou-se o algoritmo de similaridade planeado para uma função que retorna a zona onde o paciente se encontra.

Como foi dito anteriormente, o algoritmo de similaridade compara as informações do WFM, ou seja, o valor de RSSI dos múltiplos APs relacionados com cada zona com os valores obtidos a partir da leitura dos sinais WiFi detetados em determinado momento pelo dispositivo móvel. Para se proceder à leitura das características dos sinais WiFi em redor recorreu-se ao *plugin WiFiWizard* disponibilizado pelo *Cordova*. Na plataforma Android o *WiFiWizard* utiliza a classe *WiFiManager* do próprio Android para conseguir extrair os dados com interesse para esta solução, o RSSI e o BSSID. Já na plataforma iOS, por questões de segurança o sistema não permite que se consigam extrair mais informações para além do BSSID do sinal, sendo, portanto, impossível implementar o sistema de localização em dispositivos iOS.

4.3.2 Graphical User Interface

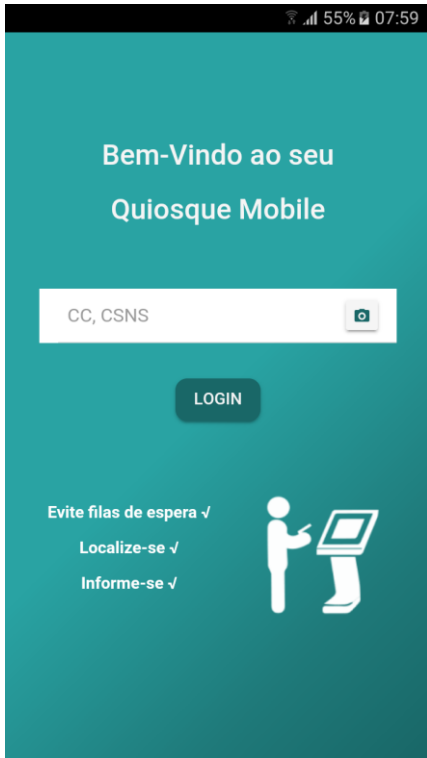
Na fase de planeamento da aplicação conceptualizaram-se os estados e subestados e as consequentes páginas que a GUI da aplicação móvel deve ter, de acordo com os objetivos da solução.

Quando o utilizador acede à aplicação móvel é apresentado com a página que lhe permite autenticar-se para aceder às funcionalidades da aplicação (Figura 4.4.a). A autenticação deverá ser feita via inserção de um *token* pré adquirido ou, caso o paciente tenha uma consulta, através da leitura do código de barras da consulta (Figura 4.4.b). Depois de autenticado, caso o utilizador tenha pelo menos uma consulta marcada nesse dia é reencaminhado para a página inicial representada na Figura 4.4.c, caso contrário será reencaminhado para a página inicial da Figura 4.4.d. Independentemente de o utilizador ter ou não uma consulta, possui sempre um menu lateral que dá acesso às seguintes páginas:

- No topo acede à sua página inicial, que depende do facto de ele ter ou não uma consulta agendada. Na Figura 4.4.e está representado o **Menu U** (ver subcapítulo 3.6.1);
- Página Senhas (Figura 4.4.f) onde pode tirar senhas para os diversos serviços;
- Página Agenda (Figura 4.4.g) onde pode verificar se tem alguma consulta à qual não compareceu e ver se tem consultas agendadas nos próximos dias;
- Página Pagamentos (Figura 4.4.i e Figura 4.4.i) onde pode ver se tem pagamento de taxas em atraso;

- Página Outras Informações (Figura 4.4.h) onde pode ver em que zona da unidade de saúde se encontra e pode encontrar informações relacionadas com a mesma, acerca de doenças, tratamentos, entre outros.

Depois de fazer a admissão ao seu procedimento previamente marcado ou tirar uma senha para um serviço requerido no momento é mostrada uma notificação com a informação de que tem de pagar a taxa moderadora (Figura 4.4.k) e seguidamente o utilizador é reencaminhado para a página inicial de espera (Figura 4.4.l). Quando chegar a sua vez de ser atendido o utente é notificado (Figura 4.4.n) e reencaminhado para a página inicial de atendimento representada na Figura 4.4.o. Quando terminar a sua consulta é de novo notificado (Figura 4.4.q). Desde que é atribuída uma senha ao utente até que a sua consulta termina, o utente tem acesso a um menu em que não pode tirar senhas e em que a página inicial de topo é, quando o utente está em espera, a página Espera e depois a página em Atendimento (o **Menu E** que corresponde ao caso de espera está representado na Figura 4.4.m). Ainda durante a espera e o atendimento, caso o utente não se encontre na zona correta, a aplicação notifica-o dizendo para onde se deve dirigir (Figura 4.4.p). Estando terminada a consulta, o paciente é reencaminhado de novo para uma página inicial que depende se este tem ou não mais consultas marcadas para aquele dia, podendo então ser respetivamente a página representada na Figura 4.4.c ou a representada na Figura 4.4.d.

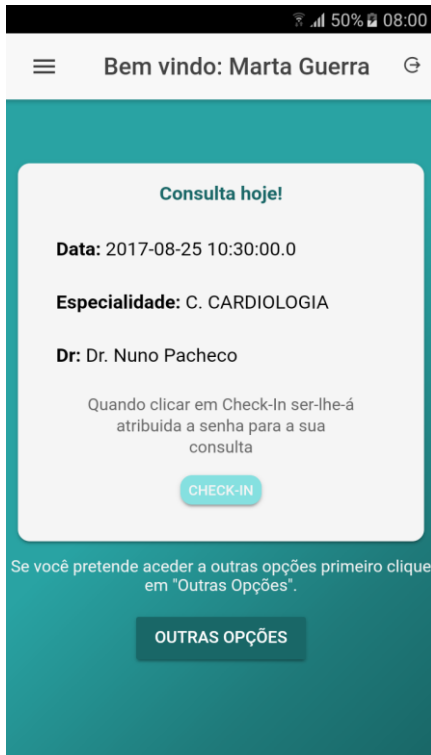


a



b

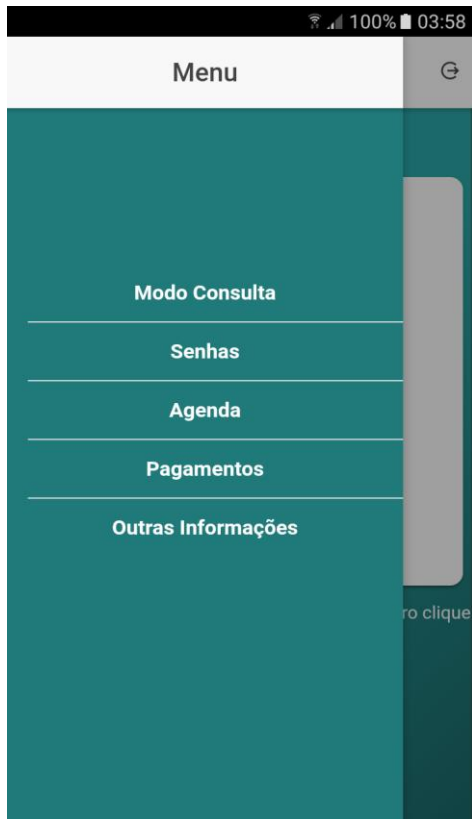
Figura 4.4 - (a; b; c; d; e; f; g; h; i; j; k; l; m; n; o; p) Diversas páginas da GUI da aplicação móvel **Quiosque Mobile**.



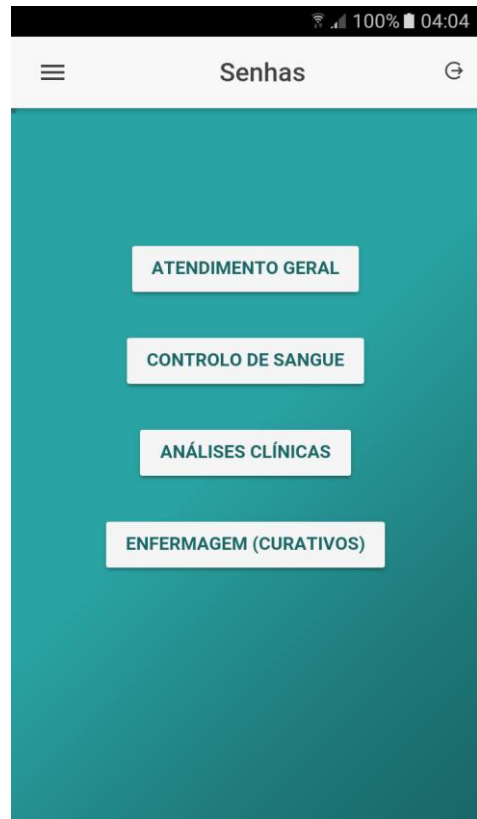
c



d



e



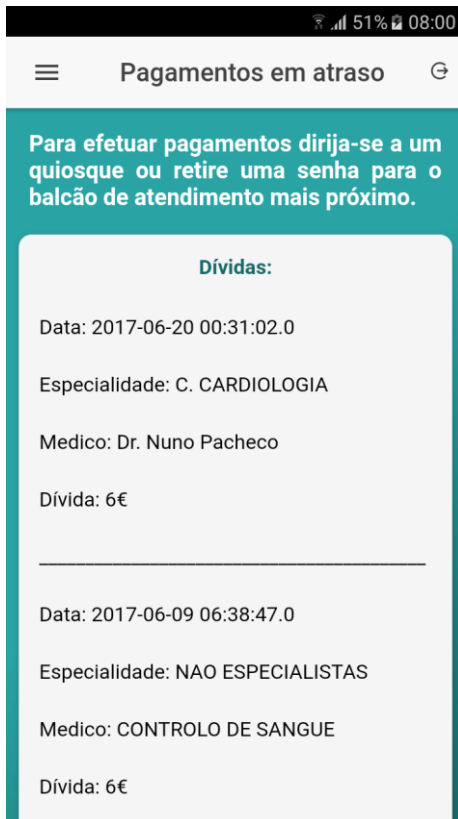
f



g



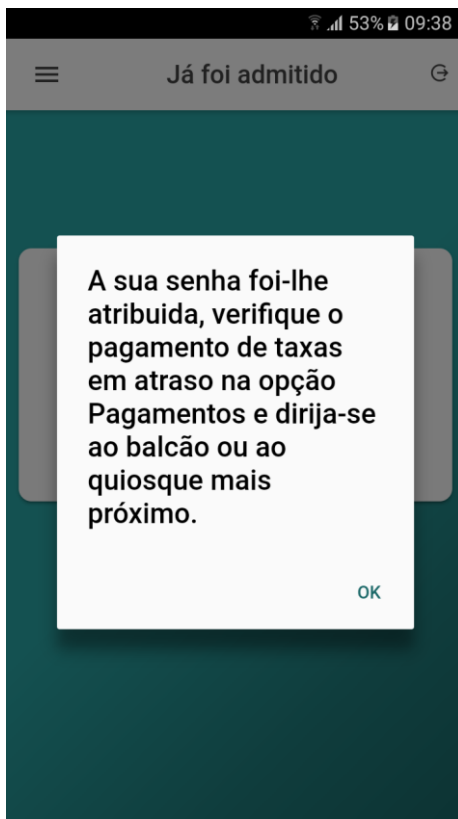
h



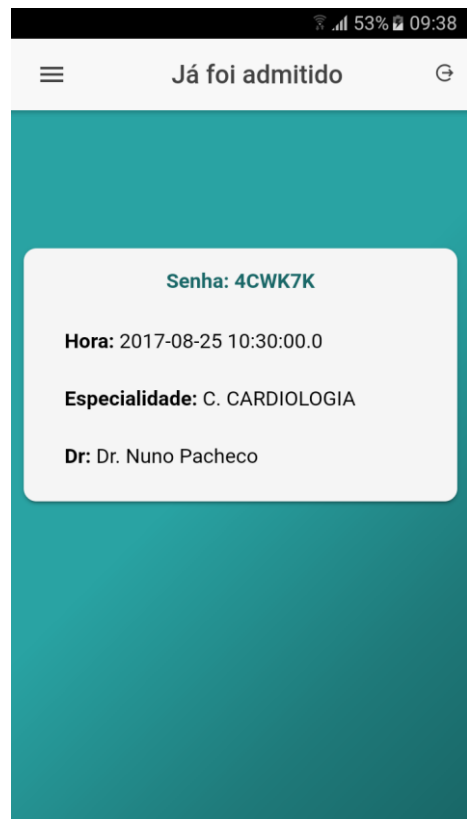
i



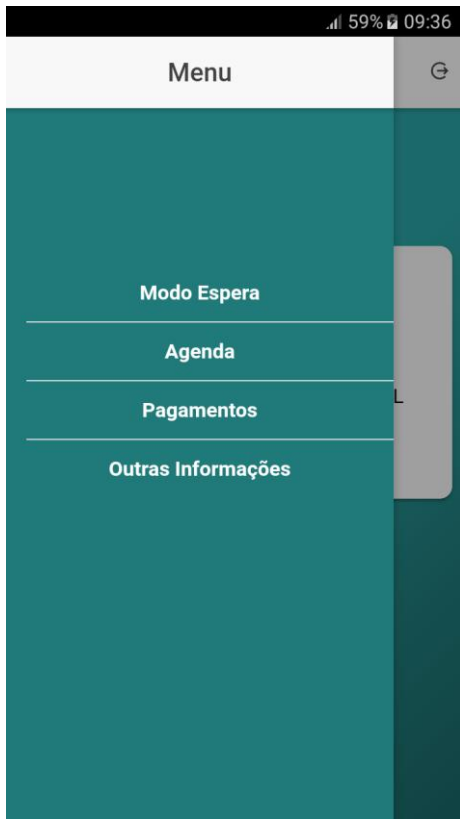
j



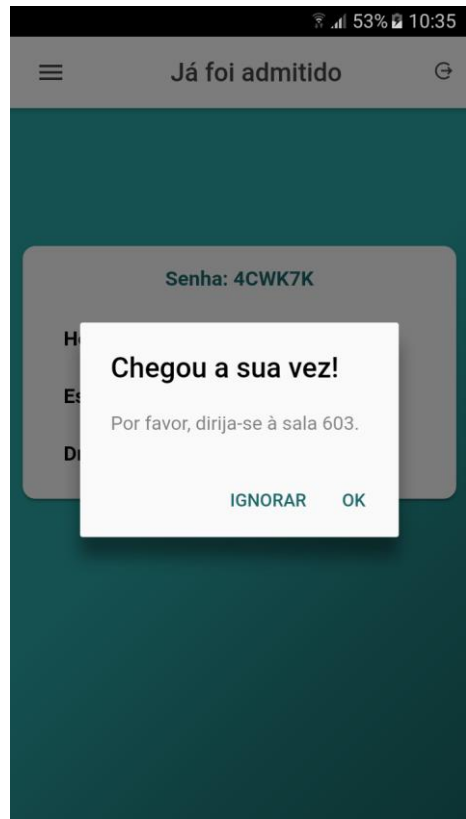
k



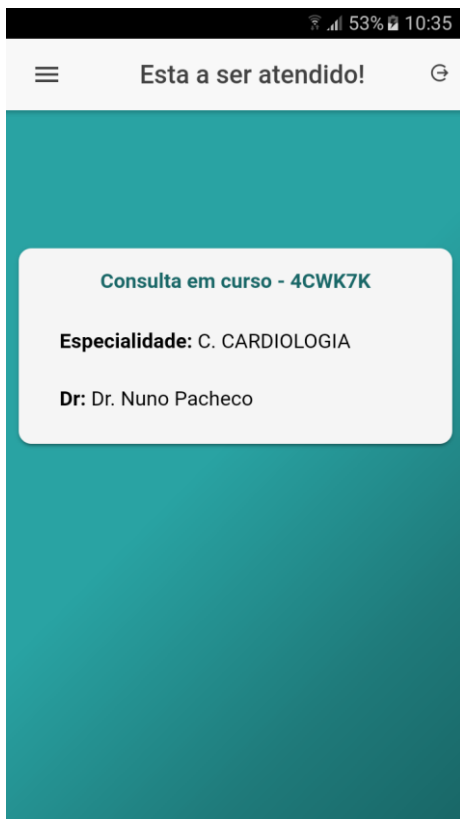
l



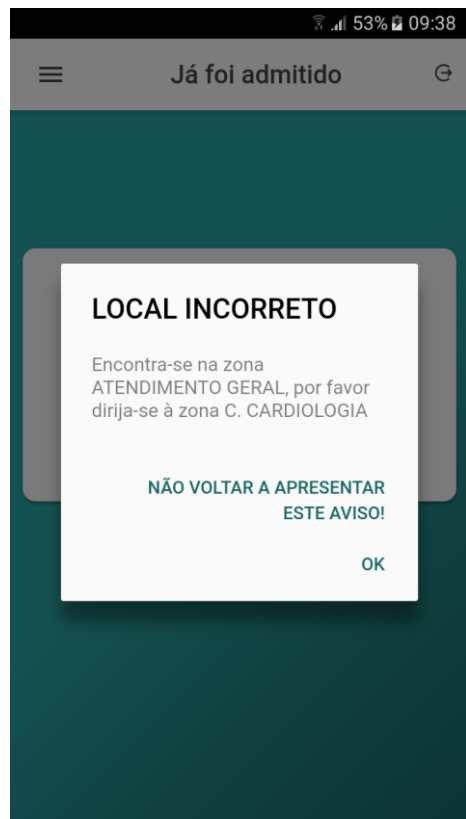
m



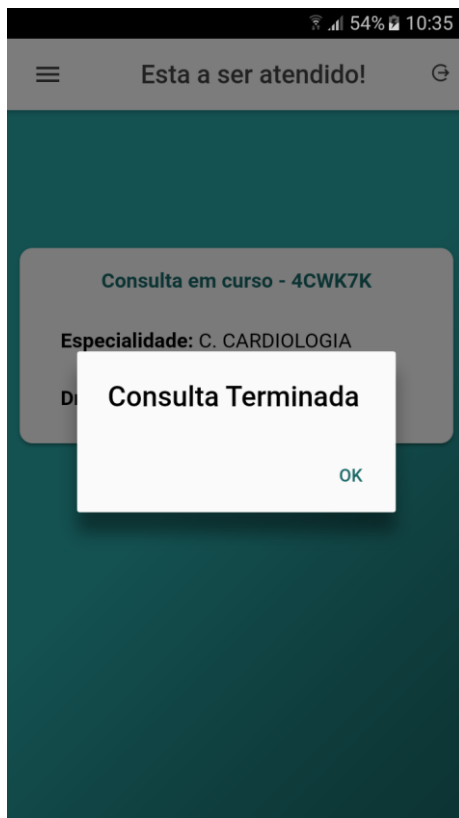
n



o



p



q

4.4 Modelo Relacional

A solução **Quiosque Mobile** tem de ter acesso às bases de dados de interesse da unidade de saúde onde for integrada, portanto, para efeitos de teste foi criada uma base de dados hospitalar fictícia, com o objetivo disponibilizar informações sobre o utente que faz login na aplicação, bem como acerca da zona onde se encontra o utente. Foi criada uma base de dados em *MySQL* com o seguinte modelo relacional:

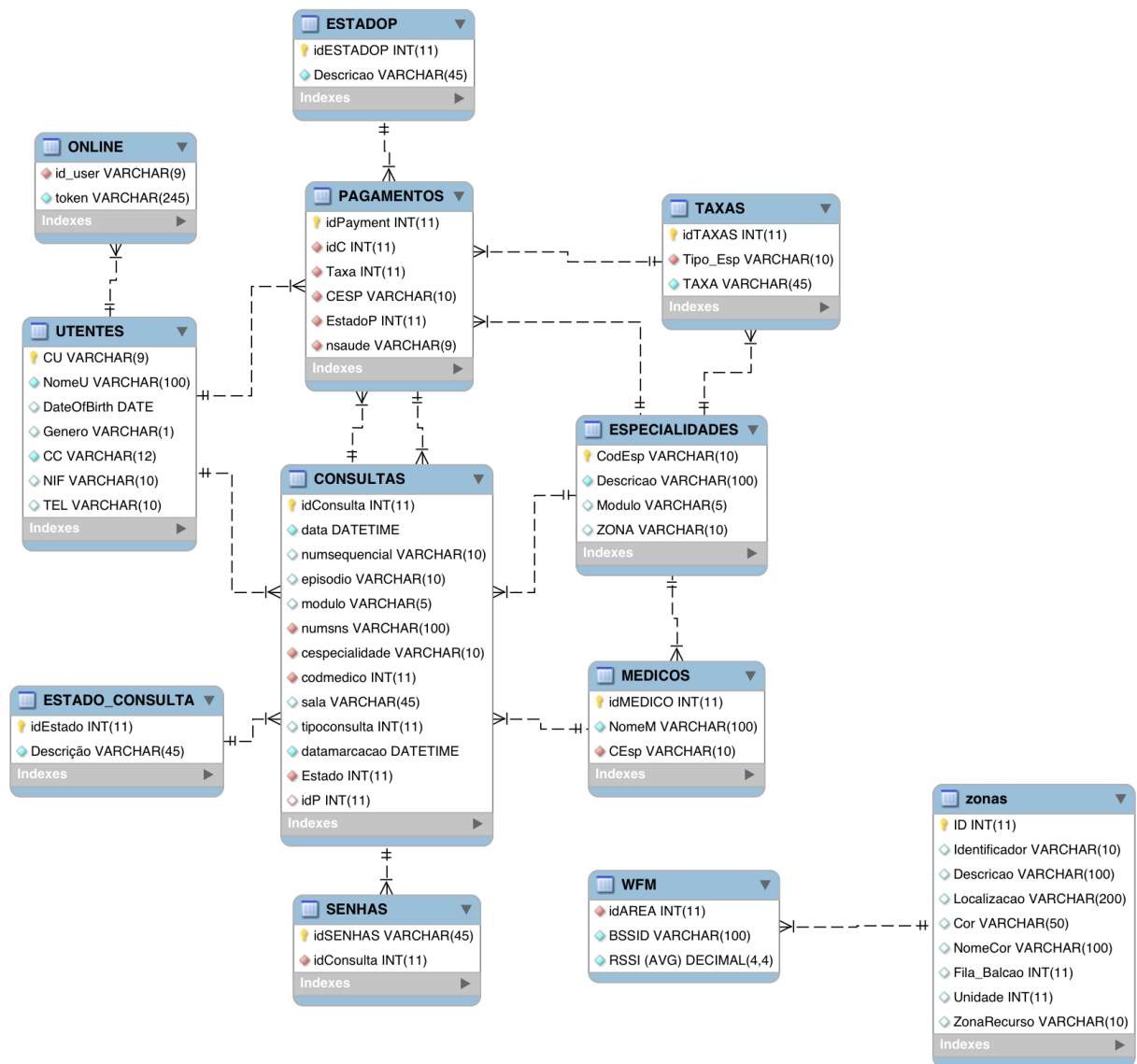


Figura 4.5 – Modelo relacional da base de dados hospitalar de teste.

A tabela **UTENTES** reúne as informações acerca dos utentes registados na unidade de saúde. Cada utente é identificado essencialmente pelo seu número de utente de saúde (campo **CU**).

Tal como já foi referido, sempre que um utente se autentica na aplicação é feito um registo na tabela **ONLINE**, na qual fica associado ao identificador do utente o *token* do dispositivo móvel onde ele efetuou o login pela última vez. Sempre que é feita uma nova autenticação noutra dispositivo, o *token* do dispositivo anterior é substituído pelo do dispositivo mais recente.

A tabela `MEDICOS` tem informações acerca dos médicos da unidade de saúde, que são identificados por um código. Cada médico tem associado o código que identifica a sua especialidade. As informações acerca de todas as especialidades da unidade de saúde estão presentes na tabela `ESPECIALIDADES`.

Quando é registada uma consulta na tabela `CONSULTAS` é obrigatório fornecer a data da consulta, o identificador do utente, o código da especialidade e o código do médico. Neste processo existe o registo automático da data de marcação (que é a data do sistema), do estado da consulta (1 para marcada, 2 para efetivada, 3 para em atendimento e 4 para terminada) e do id da consulta.

Sempre que é efetivada uma consulta ou procedimento é gerada automaticamente um identificador de senha na tabela `SENHAS`. De seguida, é também registado automaticamente um pagamento na tabela `PAGAMENTOS`, identificado por um número e associado aos códigos que identificam a consulta, a especialidade e o utente. Cada registo de pagamento tem também um estado, inicialmente com o valor de 1 que significa que está pendente visto que ainda não foi efetuado, e também uma taxa. A taxa tem um preço diferente conforme a especialidade da consulta.

As tabelas `WFM` e `zonas` já foram explicadas anteriormente aquando a explicação do sistema de localização *indoor* (Capítulo 3.8).

4.5 Servidor de Aplicação

Para que a aplicação móvel consiga obter informações acerca do utente que a está a utilizar, acerca de senhas, filas, entre outros, precisa de comunicar com os componentes informáticos da unidade de saúde, portanto foi necessário criar um servidor de aplicação. Como nesta fase ainda não existe comunicação com outros componentes, foi criado um servidor que tem essencialmente a função de ir buscar às bases de dados, criadas anteriormente, as informações necessárias ao funcionamento da aplicação móvel.

O servidor de aplicação foi criado com base na arquitetura *Representational State Transfer* (REST). Esta arquitetura de comunicação distribuída possui um núcleo, que consiste num conjunto de recursos que

podem representar objetos de dados usando uma variedade de tipos (como *JavaScript Object Notation* JSON) e são identificados por um *Uniform Resource Identifier* (URI). Depois existe um conjunto de operações padrão como o HTTP GET e o HTTP POST, através das quais é possível manipular os recursos. Para manipular os recursos é ainda necessário saber os respetivos endereços, ou seja, o *Uniform Resource Locator* (URL). A utilização do protocolo HTTP como transporte dá estabilidade à arquitetura por ser um protocolo tão conhecido e disponível.

A grande liberdade e flexibilidade de implementação foram os principais motivos pelos quais se escolheu a arquitetura REST para o desenvolvimento do servidor de aplicação. Para o seu desenvolvimento utilizou-se o *Apache Tomcat*, um *container* de *servlets* que permite implementar *Java Servlets*. Definiu-se que os dados circulam sob a forma JSON entre o cliente (aplicação móvel) e o servidor. A aplicação móvel faz HTTP POSTs OU HTTP GETs ao servidor de aplicação e este utiliza as *servlets* para comunicar com os componentes necessários e obter informações armazenadas nas bases de dados hospitalares. A conexão entre o servidor de aplicação e a base de dados MySQL é permitida através do conector JDBC. Depois de obter os dados desejados, o servidor de aplicação reencaminha-os para a respetiva aplicação móvel que fez o pedido. Assim, a aplicação consegue verificar se o paciente que está a tentar entrar na aplicação realmente existe e está registado nas bases de dados e, caso exista, aceder às diversas informações acerca do paciente que se autenticou ou acerca de filas, senhas, entre outros.

De forma a simplificar o código das classes, estas foram agrupadas em quatro *packages* cujo fluxo de informação entre si mesmos e a base de dados pode ser observado na Figura 4.6:

- **dto:** *Data Transfer Object*, contém as classes que criam os objetos necessários para transferir informações entre a base de dados e o servidor de aplicação. O único comportamento de cada classe consiste em armazenar e obter os dados do respetivo objeto criado;
- **dao:** *Data Access Object*, contém as classes que conectam o servidor à base de dados e permitem aceder e manipular os objetos criados no *package* dto. Funciona como uma interface abstrata para a base de dados que permite algumas operações específicas sobre os dados, através de *queries* MySQL, sem expor os seus detalhes.;
- **model:** neste *package* encontram-se as classes que validam a lógica do acesso aos objetos da base de dados;
- **servlets:** neste *package* estão todos os *servlets* do servidor de aplicação.

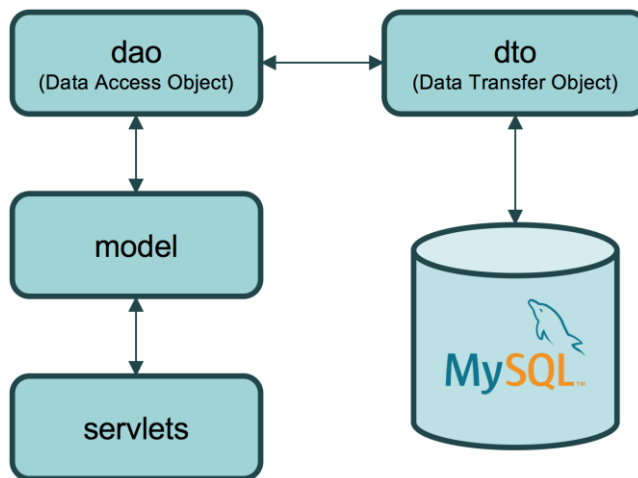


Figura 4.6 – Esquema do fluxo de informação entre os *packages* que constituem o servidor de aplicação e a base de dados.

Os *servlets* de teste foram criados com o objetivo de procurar na base de dados de teste as informações requeridas pela aplicação móvel. Foram criados os seguintes *servlets*:

- **ConsServlet:** retorna todas as consultas de determinado utente ou de determinado medico.
- **EspServlet:** retorna todas as especialidades, podendo o resultado ser filtrado pelo identificador de um médico.
- **MedicoServlet:** retorna todos os médicos, podendo o resultado ser filtrado pelo identificador de uma especialidade.
- **NotificationPush:** esta *servlet* é responsável por enviar notificações a determinado utente sempre que requisitada.
- **PayServlet:** retorna todos os pagamentos pendentes de determinado utente.
- **RegistarUtenteServlet:** permite o registo de um utente.
- **RegistConsServlet:** permite o registo de uma consulta.
- **SenhasServlet:** gera uma senha quando um utente faz uma efetivação.
- **tknsnsServlet:** este *servlet* recebe os *tokens* dos dispositivos móveis e gere o seu armazenamento.
- **UtenteServlet:** retorna todas as informações acerca de um determinado utente.
- **WiFiServlet:** retorna o WFM do edificio em questão.

4.6 Teste do Protótipo

Para efeitos de teste do **Quiosque Mobile**, o protótipo foi implementado no Departamento de Informática da Universidade do Minho (DIUM).

Para testar a influência das notificações do médico ou de outro componente do sistema informático da unidade de saúde, utilizou-se o *Firebase Cloud Messaging* (FCM), anteriormente conhecido como *Google Cloud Messaging* (GCM), uma solução multiplataforma de envio de mensagens e notificações para aplicações Android, iOS e Web, que atualmente pode ser usado sem qualquer custo. As mensagens podem ser enviadas para um dispositivo específico, para grupos de dispositivos ou para tópicos. Para implementar este sistema de notificações na solução **Quiosque Mobile**, do lado do servidor de aplicação foi criado o *servlet* NotificationPush que tem uma chave de servidor associada ao FCM e os métodos de envio de mensagens para o *token* correspondente dispositivo móvel para o qual é necessário enviar informações. Já do lado da aplicação móvel, foi implementado o *plugin Push* do Cordova que regista o dispositivo móvel nos servidores do FCM para que possa receber notificações e inicializa-as para que mais tarde possam ser despoletadas pela ordem do servidor. Em suma, sempre que o utilizador se autentica na aplicação, é enviado o *token* do seu *smartphone* para uma base de dados. Cada *token* fica relacionado com o utente do respetivo dispositivo móvel e quando é necessário enviar informações para determinado dispositivo móvel, o servidor de aplicação envia para os servidores do FCM o *token* do dispositivo e a informação a encaminhar. Por sua vez os servidores do FCM enviam a respetiva informação para determinado dispositivo/utilizador. A implementação do sistema FCM está representada na Figura x [64].

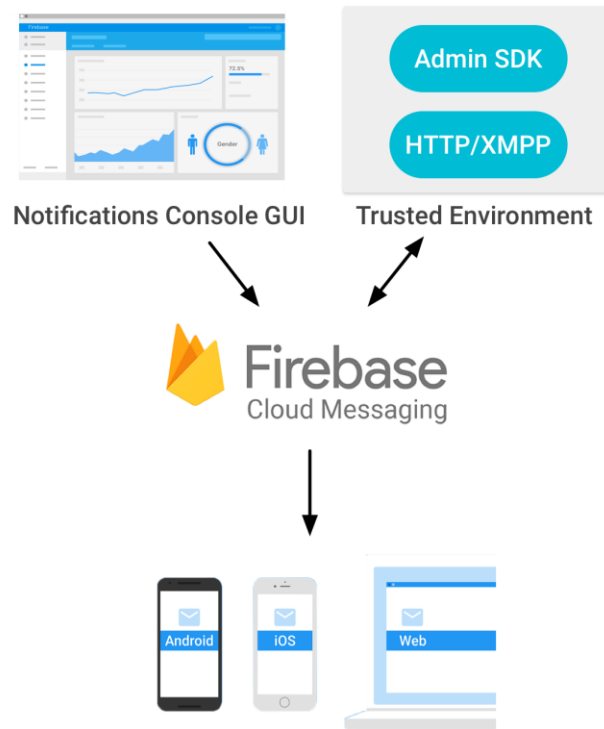


Figura 4.7 - Implementação do sistema FCM [64].

Tendo o servidor de aplicação e a base de dados de teste disponíveis online, bem como a aplicação móvel **Quiosque Mobile** instalada e a correr num dispositivo móvel simulou-se a utilização da solução por parte de utilizadores previamente registados na base de dados de teste.

5. CONCLUSÃO

5.1 Introdução

Depois de feita toda a parte prática deste projecto e concluídas a introdução e desenvolvimento desta dissertação, é possível fazer a discussão e conclusões de todo o trabalho desenvolvido, sendo entretanto feitas observações acerca do trabalho futuro. Por último é apresentada a contribuição deste trabalho para a comunidade científica.

5.2 Discussão e Conclusões

Este projeto efetuado no âmbito desta dissertação teve como resultado a proposta de uma solução, designada de **Quiosque Mobile**, que tem como objetivo otimizar o atendimento a utentes de unidades de saúde. Para o seu planeamento pode considerar-se que se tiveram em mente duas exigências base:

- A solução tem de integrar e complementar um sistema de atendimento automático já utilizado por algumas unidades de saúde;
- A solução tem de ser constituída por tecnologias emergentes.

O sistema de atendimento automático já instalado nas unidades de saúde em causa, é o **Sistema de Atendimento Virtual**, que utiliza quiosques digitais para que os utentes possam tratar do seu próprio atendimento de forma rápida e personalizada, de forma a minimizar longas e incómodas filas de espera e todos as inconveniências que destas advêm.

O estudo do estado tecnológico e social actual e do estado de arte de tecnologias aplicadas no atendimento ao cliente em diversos sectores de actividade permitiu conhecer qual o caminho deste setor e decidir quais as tecnologias a utilizar neste projeto. Tal como se analisou na introdução desta dissertação, encontramos-nos numa era onde o desenvolvimento ocorre a uma velocidade exponencial e existem inúmeras oportunidades. No entanto, antes de tomar qualquer decisão, tem de se ter em consideração certas limitações como a aceitação do público alvo e os recursos disponíveis, para se encontrar um equilíbrio entre meios mais “tradicionais”, com os quais a sociedade já está bastante

familiarizada, e as inovações a integrar. Assim, tendo em conta o **Sistema de Atendimento Virtual** e que se vive uma época na qual existe um uso intensivo de dispositivos como *smartphones*, decidiu-se que se iria utilizar a tecnologia *mobile* que dá possibilidade de adoptar conceitos de RA e possibilita tirar capacidades dos dispositivos móveis, como a capacidade de conexão à internet e de localização.

O estudo do **Sistema de Atendimento Virtual** foi fundamental para o entendimento das funcionalidades nucleares do **Quiosque Mobile**. O planeamento de cada componente da solução foi feito de acordo com os objectivos propostos e de acordo com os conceitos teóricos e práticos analisados na literatura. O consequente desenvolvimento do protótipo da solução foi feito tendo em consideração todos os requisitos previamente recolhidos, mas também tendo em consideração o local onde foi testado o protótipo. Este desenvolvimento foi executado em quatro partes: sistema de localização *indoor*, aplicação móvel, modelo relacional e servidor de aplicação.

Para desenvolver o sistema de localização *indoor* resolveu-se utilizar o recurso mais disponível para o efeito, isto é, a rede WiFi. Numa solução deste género, em que a adição de informação ao ambiente que rodeia o utilizador depende diretamente da sua localização é importante ter um sistema de localização bastante preciso. Assim, a melhor metodologia a adotar seria estudar primeiramente a rede WiFi e a estrutura do edifício da unidade hospitalar em questão para posteriormente aplicar a técnica WiFi *Fingerprinting*, e, por sua vez, na fase *online* desta, aplicar um algoritmo de carácter determinístico. No entanto, e para que esta solução possa ser facilmente implementada em qualquer edifício, criou-se um sistema flexível que não exige qualquer tipo de estudo prévio e tem carácter probabilístico. Durante os testes da aplicação móvel os resultados da localização foram sempre corretos quando os locais escolhidos para fazer o WFM eram suficientemente distantes, o que mostra que um algoritmo de carácter probabilístico também pode ser aplicado.

Para o desenvolvimento da aplicação móvel decidiu-se tirar partido de todas as vantagens de um desenvolvimento híbrido, apesar do sistema de localização *indoor* não funcionar em iOS. O planeamento dos estados da aplicação foi feito de acordo com as funcionalidades desenvolvidas no protótipo apresentado do **Quiosque Mobile**, assim, quando futuramente forem adicionadas mais funcionalidades deverão ser criados mais estados e consequentemente mais interfaces, o que tornará toda a experiência do utilizador mais rica.

O desenvolvimento do modelo relacional e do servidor de aplicação como sistema de *backoffice* da aplicação móvel foram desenvolvidos especificamente para as necessidades deste protótipo e tiveram o efeito pretendido.

Por último, em relação ao teste do protótipo, a aplicação móvel ficou funcional e os resultados dos testes estiveram de acordo com aquilo que foi desenvolvido. Apesar de algumas das funcionalidades expostas nos requisitos terem sido apenas conceptualizadas, os objetivos propostos inicialmente foram atingidos e conseguiu-se desenvolver uma ideia que pode ser trabalhada para se conseguir integrar e complementar um sistema de atendimento já existente, sendo que o trabalho futuro do projeto desta dissertação inclui essencialmente a implementação de um protótipo adaptado desta solução em ambiente hospitalar para avaliação e levantamento de propostas de melhorias. De entre as questões a ser melhoradas, primeiramente destacam-se então a adição dos pré-requisitos que não foram desenvolvidos:

- Permitir ao utilizador revalidar uma senha previamente adquirida para esta poder ser reutilizada na espera de um próximo serviço solicitado;
- Permitir ao utilizador efetuar pagamentos;
- Permitir ao utilizador saber como chegar a uma determinada zona da unidade de saúde partindo do local onde se encontra;
- Permitir ao utilizador saber quanto tempo em média demora para ser atendido;

Depois, destacam-se melhorias que podem ser feitas no sistema tais como:

- Transformação do carácter do sistema de localização *indoor* de probabilístico para determinístico, para que se consiga conhecer melhor a situação do utente, fornecer-lhe informações mais adequadas e até conseguir-se antecipar possíveis necessidades;
- Adição de uma representação gráfica da unidade de saúde à aplicação móvel, para que o utente consiga entender melhor a sua própria localização exata e relativamente a outras zonas.

As vantagens da tecnologia *mobile* e RA, a elevada taxa de disseminação da primeira, as oportunidades promissoras da segunda, assim como a possível conjugação e inserção destas duas tecnologias de forma não intrusiva em ambiente hospitalar, fizeram com que estas fossem eleitas as tecnologias principais na conceptualização da solução **Quiosque Mobile**. Os benefícios que advém da utilização

destas tecnologias, como a portabilidade, a capacidade de comunicação com outros objetos ou pessoas e a capacidade de adição de conhecimento ao meio em redor, no processo de atendimento ao utente, podem aumentar a satisfação deste e a qualidade da instituição de saúde, ao mesmo tempo que a modernizam e lhe dão notoriedade. A possibilidade de utilização de recursos já existentes, isto é, os dispositivos móveis dos próprios utilizadores e a rede WiFi, é uma grande vantagem porque não há necessidade de investir em *hardware* específico ou exótico.

Concluindo, com a solução **Quiosque Mobile** inserida no atendimento ao cliente o ambiente físico que rodeia o utente torna-se inteligentemente mais completo de forma dirigida, visível apenas para o utilizador que a deve ver, no momento e local correto. As atividades diárias da unidade de saúde não precisam de ser interrompidas, antes, durante ou depois da implementação deste sistema, portanto, o processo de integração no sistema de atendimento já existente é simplificado. A comunicação entre dispositivos e pessoas fica também facilitada e torna-se propício que os diferentes elementos da instituição de saúde trabalhem para objetivos comuns. O processo de atendimento é mais cómodo porque o utilizador pode escolher qual a solução que quer utilizar, e, caso opte pelo **Quiosque Mobile**, pode escolher ainda o quando e o onde. Com isto, a carga de utentes da unidade de saúde é distribuída por pelo menos três locais diferentes, e o processo de atendimento, bem como muitos dos processos inerentes podem tornar-se mais eficientes e céleres. De um modo geral, a experiência do utilizador, durante a sua passagem pela unidade de saúde, é aumentada e enriquecida.

5.3 Contribuição

O projeto tratado nesta dissertação originou até então uma publicação de conferência com a referência:

- Serapicos M., Peixoto H., Alves V. (2017) A Hospital Service Kiosk in the Patient's Pocket. In: De Paz J., Julián V., Villarrubia G., Marreiros G., Novais P. (eds) Ambient Intelligence– Software and Applications – 8th International Symposium on Ambient Intelligence (ISAmI 2017). ISAmI 2017. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 615. Springer, Cham

Abstract: Nowadays, with the use of upcoming technologies such as augmented reality, organizations can improve their services more intelligently. Customer service continues to be an important factor for improving quality in healthcare units and, for this reason they are providing self-service systems, such as kiosks, as an option. Therefore, and having also in consideration the current use of *mobile* devices in day-to-day life, an augmented reality solution that takes advantage of *mobile* technology was advised. The goal is to optimize the process of customer service in healthcare units. The main element of this solution is a *mobile* application that provides an augmented reality experience to the user due to its self-awareness about his location and about the tasks that he is performing. This application complements the current kiosks system in which it is integrated, providing most of its functionalities.

REFERÊNCIAS

1. Uday I/O: Predicting the Future and Exponential Growth.
2. Razzaque, M.A., Milojevic-Jevric, M., Palade, A., Clarke, S.: Middleware for Internet of Things: A Survey. *IEEE Internet Things J.* 3, 70–95 (2016).
3. Distefano, S., Banerjee, N., Puliafito, A.: Smart Objects, Infrastructures, and Services in the Internet of Things. *Int. J. Distrib. Sens. Networks.* 2016, 2 (2016).
4. Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., Palaniswami, M.: Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Futur. Gener. Comput. Syst.* 29, 1645–1660 (2013).
5. Atzori, L., Iera, A., Morabito, G.: Internet of Things: a Survey. *Comput. Networks.* 54, 2787–2805 (2010).
6. Baheti, R., Gill, H.: Cyber-physical Systems. *Impact Control Technol.* 161–166 (2011).
7. Lee, E.A.: Cyber Physical Systems: Design Challenges. In: 11th IEEE International Symposium on Object and Component-Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC'08). pp. 363–369 (2008).
8. MacDougall, W., Marketing & Communications, Germany Trade & Invest: Industrie 4.0. Germany Trade and Invest, Berlin, Heidelberg (2014).
9. Roboyo: Industry 4.
10. Hirsch-kreinsen, H.: “ Industry 4 . 0 ” as Promising Technology : Emergence , Semantics and Ambivalent Character, (2016).
11. Bartodziej, C.J.: The Concept Industry 4.0. Springer Fachmedien Wiesbad. GmbH. (2017).
12. Hermann, M., Pentek, T., Otto, B.: Design principles for industrie 4.0 scenarios. In: Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences. pp. 3928–3937 (2016).
13. Indústria 4.
14. Sns: História do SNS, <https://www.sns.gov.pt/sns/servico-nacional-de-saude/historia-do-sns/>.
15. Estatísticas, I.N. de: Estatísticas da Saúde 2014. (2014).
16. Shortlife, E.H., Cimino, J.J.: Biomedical Informatics - Computer Applications in Health Care and Biomedicine. Springer (2006).
17. Carneiro, A.V., Saturno, P., Campos, L.: Plano Nacional de Saúde 2011-2016: A Qualidade dos cuidados e dos serviços. (2010).

18. WHO (World Health Organization): Constitution of The World Health Organization. Basic Doc. Forth-fifth Ed. 1–18 (2006).
19. Tang, P.C., A, J., Bates, D.W., Overhage, M., Sands, D.Z.: Personal Health Records: Definitions, Benefits, and Strategies fro Overcoming Barriers to Adoption. *J. Am. Med. Informatics Assoc.* 13, 121–127 (2006).
20. Company, M.&: Great customer experience : A win-win for consumers and health insurers.
21. Slawsky, R., KiosKMarketplace.com: Opportunities for Self-Service Technology in 2017 (White Paper). Network Media Group (2017).
22. KiosKMarketplace.com: Ticketing Kiosks (White Paper). Network Media Group (2017).
23. Slawsky, R.: Healthier Living Through Kiosks. (2017).
24. Meridian Concept to Completion: Everything You Need To Know About Kiosks and Digital Signage (White Paper). (2016).
25. Slawsky, R.: Leveraging Kiosks with Mobile Integration (White Paper). (2014).
26. Statista: Smartphone penetration worldwide 2014-2019.
27. Institute, P.C.H.R.: Customer Experience in HealthCare: The Moment of Truth. (2012).
28. Slawsky, R.: Kiosks in Health Care 101. Network Media Group (2015).
29. Lampret, V.: A Sharp Double Inequality for Sums of Powers. *Int. J. Virtual Real.* 9, 1–20 (2011).
30. Kamphuis, C., Barsom, E., Schijven, M., Christoph, N.: Augmented reality in medical education? *Perspect. Med. Educ.* 3, 300–311 (2014).
31. Peixoto, H., Machado, J., Abelha, A., Santos, F.: AASYS - Appointment alert system: An open-source-based software to improve show rates in a health care unit. In: 25th European Simulation and Modelling Conference, ESM 2011. pp. 399–403 (2011).
32. Brien, R.O.: An Overview of the Methodological Approach of Action Research. 1–18 (2008).
33. Cronin, J.J., Brady, M.K., Hult, G.T.M.: Assessing the Effects of Quality , Value , and Customer Satisfaction on Consumer Behavioral Intentions in Service Environments. 76, 193–218 (2000).
34. Castelli, M., Manzoni, L., Vanneschi, L.: An expert system for extracting knowledge from customers ' reviews : The case of Amazon . com , Inc . 84, 117–126 (2017).
35. Maras, E.: AI and virtual reality moving mainstream for hospitality operations _ Kiosk Marketplace.
36. Pan, Y.: Heading toward Artificial Intelligence 2 . 0. *Engineering.* 2, 409–413 (2016).
37. Amazon: Amazon Lex.
38. Rincon, J.A., Costa, A., Novais, P., Julian, V., Carrascosa, C.: Detecting Social Emotions with a

- NAO robot.
39. Robotics, S.: Discover Nao, the little humanoid robot from SoftBank Robotics.
 40. Robotics, H.: Sophia - Hanson Robotics Ltd.
 41. Amazon: Amazon-GO.
 42. Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., Kishino, F.: Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *Syst. Res.* 2351, 282–292 (1994).
 43. Schmalstieg, D., Hollerer, T.: Augmented Reality Principles and Practice. Presented at the (2016).
 44. Kabaq: Kabaq Augmented Reality Food Menu Application.
 45. ICAROS: ICAROS – Virtual Reality Fitness Experiences.
 46. Bailey, K.O., Okolica, J.S., Peterson, G.L.: User identification and authentication using multi-modal behavioral biometrics. *Comput. Secur.* 43, 77–89 (2014).
 47. Biometric Technology Today.
 48. Vision-Box: Vision-Box Border Control & Airports.
 49. Milgra, P., Kishino, F.: A TAXONOMY OF MIXED REALITY VISUAL DISPLAYS, http://etclub.mie.utoronto.ca/people/paul_dir/IEICE94/ieice.html.
 50. Feiner, S., Macintyre, B., Seligmann, D.: Knowledge-Based Augmented Reality. *Commun. ACM.* 36, 53–61 (1993).
 51. Azuma, R., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., Macintyre, B.: Recent Advances in Augmented Reality. *IEEE Comput. Graph. Appl.* 34–47 (2001).
 52. Bimber, O., Raskar, R.: Spatial Augmented Reality Merging Real and Virtual Worlds. (2005).
 53. Lukosch, S., Billingham, M., Alem, L., Kiyokawa, K.: Collaboration in Augmented Reality. *Comput. Support. Coop. Work CSCW An Int. J.* 24, 515–525 (2015).
 54. Azuma, R.T.: A Survey of Augmented Reality.
 55. Serapicos, M., Peixoto, H., Alves, V.: A Hospital Service Kiosk in the Patient's Pocket. In: De Paz J., Julián V., Villarrubia G., Marreiros G., N.P. (ed.) *Ambient Intelligence– Software and Applications – 8th International Symposium on Ambient Intelligence (ISAml 2017)*. pp. 218–226. Springer (2017).
 56. More, K.A., Chandran, M.P.: Native Vs Hybrid Apps. 2, 563–572 (2016).
 57. Lim, S.-H.: Experimental comparison of hybrid and native applications for mobile systems. *Int. J. Multimed. Ubiquitous Eng.* 10, 1–12 (2015).
 58. Sankar, S. (Tcs): Hybrid Mobile Application Development Approaches. @Inproceedings. 16

(2016).

59. Rahul Raj, C.P., Tolety, S.B.: A study on approaches to build cross-platform mobile applications and criteria to select appropriate approach. 2012 Annu. IEEE India Conf. INDICON 2012. 625–629 (2012).
60. Moriyama, T., Polo, A., Viani, F., Giarola, E., Massa, A.: Improved wireless localization of mobile devices in smart indoor scenarios. *Mediterr. Microw. Symp.* 2016–Janua, (2016).
61. Farid, Z., Nordin, R., Ismail, M.: Recent Advances in Wireless Indoor Localization Techniques and System. 2013, (2013).
62. Headquarters, A.: *Wi-Fi Location-Based Services 4.1 Design Guide*. (2008).
63. Maguer, Y.: La page WiFi de yves MAGUER.
64. *Firestore Cloud Messaging: Firestore Cloud Messaging*.

