



## **Armário de Medicamentos - Gestão Terapêutica**

**David Jorge Marques Nogueira**

Tese para a obtenção de grau de Mestre em  
**Engenharia Informática e de Computadores**

Orientador: Prof. Renato Jorge Caleira Nunes

### **Júri**

Presidente: Prof. José Luís Brinquete Borbinha  
Orientador: Prof. Renato Jorge Caleira Nunes  
Vogal: Prof. Alberto Manuel Ramos da Cunha

**Junho 2015**



## Agradecimentos

Queria deixar aqui o meu profundo agradecimento e imensa gratidão aos meus pais, **João Rosa e Lurdes Estevão**, como também ao meu irmão **Vitor Nogueira**, pelo apoio que me deram em toda a minha vida, principalmente ao longo do meu percurso académico.

À minha namorada, **Joana Marques**, pelo apoio incondicional demonstrado e por me fazer acreditar nas minhas capacidades e nos meus valores.

Aos meus amigos e companheiros de mestrado **Simon Esposito, Ricardo Marques, Rodolfo Santos e Rui Silva**, pela forte entre-ajuda demonstrada ao longo desta jornada académica.

Um especial agradecimento ao meu orientador, Professor **Renato Nunes**, pela sua paciência, constante orientação e disponibilidade.

Por fim, um agradecimento a todas as pessoas que me marcaram positivamente no Instituto Superior Técnico.

**A todos um muito obrigado,**

David Nogueira



## Resumo

Associado ao aumento da esperança média de vida dos últimos anos, observam-se cada vez mais casos de pessoas com perda de memória, seja por motivos naturais ou por motivos de doença. Outro problema relacionado com o envelhecimento da população é o aumento da necessidade de tomar medicamentos. Neste contexto, o principal objetivo da presente tese é a conceção e desenvolvimento de uma aplicação para dispositivos móveis que interage com diferentes sistemas, nomeadamente um armário eletrónico de medicação e um portal online, permitindo assim um controlo rigoroso da tomada de medicação e acompanhamento de outros aspetos de saúde da pessoa assistida. O armário de medicamentos armazena doses de medicação que só estão acessíveis em momentos previamente configurados e regista todas as interações com ele realizadas. Através do portal online é possível partilhar informações sem que haja restrições de localização e de tempo. Usando a aplicação móvel é possível recolher informação dos diferentes sistemas que com ela interagem bem como a introdução de informação manual, como a medicação a administrar, exames a realizar, registar valores de pressão arterial, entre outros. A aplicação desenvolvida permite controlar a forma como a medicação é tomada e recolher informação relativa ao estado de saúde da pessoa assistida, possibilitando a criação e partilha do seu historial de saúde. Com o objetivo de validar e testar as funcionalidades da aplicação móvel, foi desenvolvida uma aplicação que simula um armário eletrónico de medicamentos bem como um servidor web simples que aloja uma aplicação de visualização de informação exportada.

**Palavras-chave:** Aplicação de Gestão Terapêutica, Histórico de Saúde, Armário Eletrónico de Medicamentos, Aplicação Móvel.



## **Abstract**

Associated with the increasing average life expectancy, it has been observed that more and more cases of people with memory loss have been found, either because of natural reasons or due to illness. Another problem related to the aging population is the increasing need to take medication. In this context, the main objective of this thesis is the design and development of an application for mobile devices that interacts with different systems, including an electronic medication dispenser and an online portal, allowing close monitoring of medication taken and monitoring of other health aspects of assisted person. The medication dispenser stores medication doses that are only available in preconfigured times and record all interactions with it. Through the online portal one can share information without constraints of location and time. Using the mobile application it is possible to collect information from different systems as well as introduce information manually, such as medication to be administered, future examinations, recorded blood pressure values, among others. The developed application allows the control how the medication is taken and collects information on the health status of the assisted person, enabling the creation and sharing of his health history. In order to validate and test the features of the mobile application, we also developed an application that simulates an electronic medication dispenser and a simple web server that allows consultation of all exported information.

**Keywords:** Therapy Management Application, Health History, Electronic Medication Dispenser, Mobile Application.



# Índice

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Contexto e Motivação . . . . .	1
1.2	Objetivos . . . . .	4
1.3	Estrutura do Documento . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Trabalho Relacionado</b>	<b>7</b>
2.1	Solução ILSA . . . . .	7
2.2	Dispensador de Medicação Philips . . . . .	9
2.3	Solução PharmAssistant . . . . .	12
2.4	Sistema E-Pill MedSmart Plus . . . . .	13
2.5	EHR - Registo Eletrónico de Saúde . . . . .	15
2.5.1	Registo Eletrónico de Saúde . . . . .	15
2.5.2	Registo de Saúde ou Registo Médico . . . . .	17
2.6	Tecnologias . . . . .	18
2.6.1	eXtensible Markup Language . . . . .	19
2.6.2	Wi-Fi Direct . . . . .	20
2.6.3	Short Message Service . . . . .	22
<b>3</b>	<b>Requisitos e Arquitetura da Solução</b>	<b>23</b>
3.1	Requisitos da Solução . . . . .	23
3.1.1	AMapp - Aplicação Móvel . . . . .	23
3.1.2	AM - Armário de Medicamentos . . . . .	25
3.1.3	AMonline - Portal <i>Online</i> . . . . .	26
3.2	Arquitetura Global . . . . .	27
3.2.1	Solução sem acesso à Internet . . . . .	28
3.2.2	Solução sem acesso à Internet mas com comunicação móvel celular . . . . .	30
3.2.3	Solução com acesso permanente à Internet . . . . .	31
3.2.4	Formatos da informação . . . . .	33
<b>4</b>	<b>Implementação</b>	<b>35</b>
4.1	AMapp - Aplicação para Dispositivo Android . . . . .	35

4.1.1	Arquitetura AMapp . . . . .	36
4.1.2	Funcionalidades . . . . .	37
4.2	AM - Armário de Medicamentos . . . . .	42
4.2.1	Arquitetura AM . . . . .	42
4.2.2	Lógica de implementação . . . . .	43
4.2.3	Funcionalidades . . . . .	46
4.3	AMonline - Portal <i>Online</i> . . . . .	48
4.3.1	Apresentação . . . . .	48
4.3.2	Funcionalidades . . . . .	49
4.4	Ficheiros XML . . . . .	49
4.4.1	Configuração do AM . . . . .	50
4.4.2	Registo de Interações com o AM . . . . .	50
4.4.3	Histórico de Saúde gerado pela AMapp . . . . .	51
<b>5</b>	<b>Resultados</b>	<b>55</b>
5.1	Estrutura do Inquérito . . . . .	55
5.2	Análise dos Resultados Obtidos . . . . .	56
5.2.1	Caracterizar a pessoa inquirida . . . . .	56
5.2.2	Controlo de saúde . . . . .	57
5.2.3	Tomada de medicamentos . . . . .	58
5.2.4	Partilha de informação . . . . .	59
5.3	Balanço final . . . . .	60
<b>6</b>	<b>Conclusão</b>	<b>63</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>67</b>
<b>A</b>	<b>Anexo</b>	<b>69</b>
A.1	Estatísticas Android . . . . .	69
A.2	Histórico de saúde formato PDF . . . . .	69
A.3	Inquérito . . . . .	75

# Lista de Tabelas

4.1	Tabela de transições de estados do AM. . . . .	45
4.2	Tabela de estados dos componentes do AM. . . . .	46



# Lista de Figuras

2.1	Interface Honeywell Web Pad para utilizador idoso [28]. (a) Menu que exhibe apontamentos importantes. (b) Menu que discrimina a medicação tomada ou a tomar. . . . .	9
2.2	Philips Medication Dispensing System (dispensador de medicação). (a) Aparência exterior [10]. (b) Estrutura interna [11]. . . . .	11
2.3	Solução completa PharmAssistant [9]. (a) SmartBottle. (b) Aplicação para <i>smartphone</i> . . . . .	12
2.4	E-Pill MedSmart PLUS. (a) Estrutura geral [7]. (b) Modo de funcionamento [5]. . . . .	15
2.5	Representação esquemática da comunicação baseada num sistema EHR [30]. . . . .	17
2.6	Exemplo de um ficheiro XML [20]. . . . .	20
2.7	Tipos de ligações entre dispositivos Wi-Fi Direct [37]. (a) Ligação <i>one-to-one</i> . (b) Ligação <i>one-to-many</i> . . . . .	21
2.8	Representação esquemática do envio de uma SMS [15]. . . . .	22
3.1	Simbologia da solução. (a) Aplicação para <i>smartphone</i> AMapp. (b) Dispensador AM. (c) Portal AMonline. . . . .	27
3.2	Arquitetura do sistema para situações sem acesso permanente à Internet e sem comunicação móvel celular. . . . .	28
3.3	Arquitetura do sistema para situações sem acesso permanente à Internet. . . . .	30
3.4	Arquitetura para um solução com acesso permanente à Internet. . . . .	32
4.1	Simbologia da solução. (a) Módulo Wi-Fi Direct. (b) Módulo GSM. (c) Cartão de memória. (d) Base de Dados (memória interna do smatphone). (e) <i>Led</i> , trinco, relógio, coluna sonora e outros internos da AM. . . . .	35
4.2	Arquitetura da aplicação AMapp. . . . .	36
4.3	Menus de autenticação. (a) Menu inicial. (b) Menu Criar novo perfil. . . . .	38
4.4	Menu Enviar nova configuração . . . . .	39
4.5	Menu Registrar pressão arterial . . . . .	41
4.6	Arquitetura dos dispensador AM. . . . .	42
4.7	Arquitetura dos dispensador AM. . . . .	44
4.8	Diagrama de estados do AM . . . . .	45
4.9	Portal AMonline. . . . .	48

5.1	Resultados obtidos face à pergunta "Quando efetua um controlo de saúde, o que faz aos resultados?". . . . .	56
5.2	Resultados obtidos face às perguntas: (a) "Usaria uma aplicação para <i>smartphone</i> para monitorizar a sua própria saúde?". (b) "Usaria esta aplicação para fazer a monitorização da saúde de um familiar seu?". . . . .	57
5.3	Resultados obtidos face às perguntas: (a) "Usaria um dispositivo eletrónico para armazenamento e distribuição de medicação que controlasse a tomada de medicação de familiares seus?". (b) "Gostaria de ser notificado caso fosse detetada alguma situação anómala?". . . .	58
5.4	Resultados obtidos face à pergunta "Suponha que ajudava a controlar a medicação de um familiar seu através do dispositivo eletrónico descrito anteriormente (AM). De modo a ter sempre medicação disponível é necessário um reabastecimento regular do dispositivo. Qual seria a frequência ideal?". . . . .	59
5.5	Resultados obtidos face à pergunta "Gostaria de aceder a essa informação (históricos de saúde) através de um dispositivo móvel ou computador pessoal?". . . . .	60
5.6	Resultados obtidos face às perguntas: (a) "Cederia esse histórico (pessoal ou de um familiar) a um profissional de saúde de modo a complementar o diagnóstico ou detectar alguma anomalia?". (b) "Cederia esse histórico (pessoal ou de um familiar) a instituições de investigação?". . . . .	60
A.1	Distribuição do uso de versões Android. Informação recolhida durante um período de sete dias finalizado no dia dois de Março de 2015[17]. . . . .	69

# Acrónimos

<b>AP</b>	Access Point
<b>EHR</b>	Electronic Health Record
<b>EMR</b>	Electronic Medical Record
<b>GSM</b>	Group Special Mobile
<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronics Engineers
<b>ILSA</b>	Independent LifeStyle Assistant
<b>MD2</b>	MedSmart Plus
<b>PMD</b>	Philips Medication Dispenser
<b>PMDS</b>	Philips Medication Dispenser Service
<b>SMS</b>	Short Message Service
<b>WWW</b>	World Wide Web
<b>W3C</b>	World Wide Web Consortium
<b>XML</b>	eXtensible Markup Language



# Capítulo 1

## Introdução

### 1.1 Contexto e Motivação

Um dos grandes problemas da sociedade atual é o contínuo envelhecimento da população. É necessário aumentar a qualidade de vida das pessoas idosas e permitir que estas vivam de forma independente em suas casas. Esta necessidade conduziu à realização de múltiplos trabalhos de investigação e ao desenvolvimento de sistemas para dar suporte ao conceito de Envelhecer em Casa [36]. Este conceito tem como premissa base o desenvolvimento de soluções que permitem o idoso viver em casa, de forma o mais independente possível, sem que se comprometa a sua saúde e a privacidade da pessoa em causa, através de atividades de monitorização ou recurso ao processamento de informação recolhida [26].

Estas tecnologias de apoio são uma forma muito eficiente de reduzir internamentos em hospitais, bem como a redução de visitas por enfermeiros ou outros profissionais que promovem serviços de saúde. Esta redução deve-se ao fato de que estas tecnologias permitem uma monitorização da pessoa assistida e estimulam a prática de atividade física e cognitiva, reduzindo do risco de doenças e promovendo de níveis de segurança e proteção em casa.

Vários fatores afetam fortemente o desenvolvimento de sistemas que visam a promoção de cuidados de saúde e de monitorização contínua de pessoas idosas que querem viver independentemente em suas casas. Os fatores que mais prejudicam o desenvolvimento de novos sistemas são: o custo de desenvolvimento de novas tecnologias; o fato dos fabricantes destes sistemas terem adotado uma política fechada, isto é, não é disponibilizada uma forma de interação entre os seus sistemas e entidades exteriores [34], dificultando o desenvolvimento de sistemas similares e complementares. Por outro lado, há uma baixa adoção de sistemas que visam a melhoria da qualidade de vida, pois os seus utilizadores alegam custos elevados para adquirir este tipo de sistemas, bem como estes podem colocar em risco a sua privacidade, pois recolhem uma enorme quantidade de dados pessoais de uma forma contínua.

Com a realização deste trabalho pretende-se desenvolver uma solução que permita controlar a forma como a medicação é administrada, bem como oferecer outros mecanismos que permitam aumentar a qualidade de vida das pessoas. Tendo em consideração todos os fatores acima enunciados, é esperado que a solução a desenvolver possua um custo de aquisição o mais baixo possível, tirando partido das

tecnologias existentes.

Devemos destacar que se pretende que esta solução seja desenvolvida a pensar no futuro, isto é, que seja permitido adicionar, remover ou atualizar funcionalidades, sem que obrigue a grandes alterações arquiteturais. Dada a forma como a solução será concebida, é possível integrá-la com outros sistemas, permitindo complementar a informação recolhida sobre a pessoa assistida.

Para uma melhor compreensão do funcionamento desejado para o sistema, descrevem-se em seguida quatro cenários de utilização:

**Cenário 1:** Utilização de um dispositivo móvel com uma aplicação que permita dar apoio na prestação de cuidados domiciliários para os profissionais que prestam esse tipo de serviço ou mesmo familiares. Este dispositivo possui um pequeno arquivo sobre a pessoa assistida onde são descritos todos os cuidados de saúde necessários, nomeadamente medicação, controlo de tensão arterial, tratamento de ferimentos, etc. Este dispositivo é usado como um manual personalizado de prestação de cuidados domiciliários, pois a cada pessoa assistida está associado um plano de cuidados. Por outro lado, este sistema permite um maior controlo e verificação dos cuidados efetuados pelas pessoas que prestam esse apoio, podendo assim corrigir alguma anomalia encontrada aquando da prestação deste tipo de serviços.

**Cenário 2:** É usado um armário eletrónico de medicamentos onde são guardados medicamentos de uma pessoa que sofre de perda de memória. Este dispositivo é composto por vários compartimentos, mas apenas um deles está acessível a cada instante de tempo. Em cada compartimento é guardada a dose de medicação para uma determinada hora. Apenas na hora previamente definida é possível tomar a dose de medicação respetiva, retirando a medicação do compartimento do armário. O compartimento só estará aberto durante um determinado período de tempo, tempo esse definido por um responsável pelo acompanhamento médico da pessoa que usufrui do armário. De forma a assinalar que é possível tomar a medicação é usado um sinal sonoro e/ou luminoso. Uma vez fechado o compartimento, este não voltará a abrir. Caso se tente aceder de forma indevida a um compartimento fechado, então será emitido um sinal, sonoro e luminoso, de modo a alertar a irregularidade. Caso esta tentativa de acesso persista, será notificado alguém responsável pelo acompanhamento da pessoa medicada. Todas estas interações são registadas para que seja possível uma melhor análise comportamental sem que o utilizador sinta que a sua privacidade esteja a ser posta em causa.

**Cenário 3:** Utilização de tecnologias atuais para a criação e partilha de informação relativa ao historial de saúde de uma pessoa como: medicação tomada, registo de pressão arterial ou exames realizados. Haverá o cuidado de definir um formato aberto para a informação, que suporte informação alfa-numérica vinda de qualquer sistema existente, de modo a não trazer qualquer problema de compatibilidade entre os diferentes sistemas, não obrigando a que seja instalado nenhum tipo de *software* para a leitura ou tratamento da mesma. A utilização

deste formato permite a difusão da informação recolhida, proporcionando um maior controlo da saúde, bem como contribui para o desenvolvimento de novas tecnologias.

**Cenário 4:** Existência de um portal *online* onde seria disponibilizada toda a informação relativa ao histórico de saúde de uma determinada pessoa. Para aceder a essa informação é necessário uma previa autorização. A informação, além de estar disponível em qualquer lugar e qualquer altura, é atualizada em tempo real. Este portal *online* permitiria que familiares distantes ou mesmo profissionais de saúde acessem a informações atualizadas e completas, permitindo que seja traçado um diagnóstico mais preciso ou mesmo a realização de uma intervenção atempada caso seja detetada alguma anomalia.

Considerando o contexto dos cenários de utilização descritos constata-se que a solução a desenvolver terá como principal objetivo contribuir para o aumento da qualidade de vida de uma pessoa que queira viver independente em sua casa, com foco na administração de medicamentos. A solução deverá possuir três capacidades principais:

- **Controlo da tomada de medicação:** usando uma aplicação móvel para definir quando deverá ser tomada a medicação; esta aplicação interage com um armário de medicamentos eletrónico, configurando-o e recolhendo informações sobre as interações ocorridas com a pessoa assistida;
- **Criação de um histórico de saúde pessoal:** através do uso de uma aplicação móvel que permite a recolha e processamento de informação relativa à saúde da pessoa assistida;
- **Partilha de informação:** possibilidade de partilhar informação com diferentes sistemas, como um portal *online*, sem que existam problemas de compatibilidade de tipos de informação.

Face à tecnologia disponível atualmente, faz sentido que a aplicação responsável pela gestão de saúde seja uma aplicação móvel, mais concretamente uma aplicação para *smartphone* ou *tablet*, que pode ser integrada com diferentes sistemas. Esta decisão é vantajosa, na medida em que é possível complementar as funcionalidades da aplicação com outras funcionalidades que um *smartphone* dispõe, bem como o fato de ser um dispositivo pessoal transportável e que está presente no quotidiano de todas as pessoas. Com esta aplicação é possível recolher e processar informação vinda de diferentes sistemas, ou mesmo introduzida manualmente, de modo a que seja gerado um histórico de saúde da pessoa assistida. Este histórico poderá ser partilhado com outros sistemas sem que haja restrições de compatibilidade ao nível da informação, para que tal aconteça a informação estará num formato aberto como, por exemplo, XML.

De modo a demonstrar o enquadramento e funcionalidades da aplicação móvel serão desenvolvidos dois sistemas auxiliares: uma aplicação que simula um armário eletrónico de medicamentos e um portal online.

Um armário eletrónico de medicamentos, podendo ser visto como um dispensador automático de medicação, permite o controlo e distribuição de medicamentos em ambientes domésticos. Apesar de existirem algumas soluções relacionadas com a toma de medicamentos, nenhuma delas possui os mecanismos que se pretendem oferecer com a presente proposta. O objetivo principal do armário será estar

presente em casa de pessoas que podem ter perdas de memória ou em estados iniciais de demência. Dada a flexibilidade do armário, também é possível usá-lo em centros de dia e hospitais.

O armário terá mecanismos sonoros e luminosos que permitam indicar à pessoa assistida quando deve tomar a medicação. Por outro lado, deverá também alertar para tentativas de tomada de medicação duplicada ou fora de tempo, detetando quando se tenta aceder indevidamente ao armário. Serão registadas todas as interações realizadas pela pessoa assistida com o armário, de modo a poder compreender hábitos pessoais e assim conseguir quer uma maior personalização do sistema ou mesmo adaptar o armário a novas necessidades. O armário pode incluir um pequeno ecrã que terá como objetivo exibir informação curta e precisa, como hora da próxima tomada de medicação, visitas de profissionais de saúde, consultas ou outras notificações importantes. Para além da vertente descrita, este ecrã pode também dar um contributo na estimulação das capacidades cognitivas da pessoa que usufrui deste sistema.

## 1.2 Objetivos

O objetivo deste trabalho é desenvolver uma solução que permita o controlo e monitorização rigorosa da saúde de uma pessoa, desde o controlo da tomada de medicação, passando pela recolha e processamento de informação relativa à saúde da pessoa assistida e partilha de toda a essa informação com sistemas atualmente existentes. É pretendido que esta solução seja utilizada por pessoas sem que estas tenham uma qualificação específica para tal. O cumprimento destes objetivos permite a conceção de uma solução que melhora a qualidade de vida da pessoa assistida.

Genericamente, a solução a desenvolver é constituída por três sistemas que interagem entre si: uma aplicação para dispositivos móveis, *smartphone* ou *tablet* com sistema operativo Android, que configura e recolhe informação do armário eletrónico de medicamentos e que processa e disponibiliza informação para um portal online. Esta aplicação, AMapp será o elemento central do presente trabalho.

- **AMapp:** Esta aplicação tem como principal propósito a construção de um histórico de saúde de uma determinada pessoa e a sua partilha com sistemas atualmente existentes. Esta aplicação será desenvolvida para dispositivos móveis, nomeadamente para *tablet* ou *smartphone*. Esta aplicação permite a interação entre diferentes sistemas, recorrendo ao uso de uma comunicação sem fios - Wi-Fi - para a troca de informação e a receção de mensagens escritas - SMS - alertando a ocorrência de anomalias ou emergências. A AMapp possui, entre outras, as seguintes funcionalidades: envio de novas configurações para o AM; recolha de informação relativa às interações efetuadas entre a pessoa assistida e o AM; receber notificações caso não tenha sido tomada a medicação devida; receber avisos sobre tentativas de acesso indevido ao AM; registo de consultas e exames realizados/futuros; registo do estado de saúde da pessoa assistida (pressão arterial, peso, hematomas, etc); construção do histórico de saúde da pessoa assistida; partilha do histórico de saúde com sistemas outros sistemas. Este dispositivo pretende auxiliar no serviço domiciliário por parte de profissionais de saúde ou de familiares.
- **AM - Armário de Medicamentos:** Desenvolvimento de uma aplicação que simula um armário

eletrónico onde são armazenados os medicamentos, por doses. O AM tem como objetivo principal evitar a ingestão excessiva de medicamentos e o registo das interações feitas pelo seu utilizador para futuro processamento. Em cada instante, apenas um compartimento estará acessível à pessoa assistida, mas só poderá ser aberto caso seja a hora definida para a toma de medicação. Este armário será composto por um conjunto de mecanismos de segurança, como trincos e sensores, mecanismos de sinalização, como luzes e sons, para que seja possível controlar o fluxo de medicação. O AM conseguirá comunicar com o AMapp usando uma tecnologia sem fios, nomeadamente Wi-fi para troca de informações e o envio de mensagens SMS para notificar ocorrência de anomalias. Este armário também poderá possuir um pequeno ecrã, para que seja possível mostrar informações relevantes, como horas de toma de medicação, visitas de profissionais de saúde, exames a realizar, etc. Para este trabalho apenas será concebida uma aplicação que se comportará como se fosse o AM de modo a permitir demonstrar as funcionalidades da AMapp, mais concretamente a troca de informação entre estes dois sistemas;

- **AMonline - Portal *online*:** Desenvolvimento de uma versão simplificada de um portal *online* onde será disponibilizada informação fornecida pela AMapp, nomeadamente o histórico de saúde criado. Para aceder a esta informação é necessário estar previamente autorizado. A informação presente neste portal será atualizada em tempo real e poderá ser acedida em qualquer hora e qualquer lugar, usando qualquer dispositivo que possua uma ligação à Internet. O AMonline será desenvolvido como um protótipo de modo a demonstrar as funcionalidades da AMapp. É importante destacar que este portal representa qualquer sistema que possa ser integrado com a AMapp, como um sistema recetor de informação vinda dessa aplicação.

No desenho destes sistemas vão ser tomadas em consideração as seguintes qualidades arquiteturais: prototipagem rápida, possibilitando criar e testar funcionalidades de uma forma rápida e eficiente; modificabilidade, permitindo uma fácil modificação, substituição ou adição de funcionalidades sem necessidades de alterar a estrutura de todos os sistemas; escalabilidade, possibilitando o aumento quer no número de utilizadores, quer no número de funcionalidades; mobilidade, permitindo que a informação seja acedida em qualquer lado; custos baixos de operação e manutenção, reduzindo ou eliminando a dependência de manutenção de fornecedores e fabricantes de equipamentos e sistemas.

### 1.3 Estrutura do Documento

O restante documento está organizado da seguinte forma: no capítulo 2 é efetuado um levantamento do estado da arte relativo ao tema deste trabalho. No capítulo 3 é feita uma proposta da solução, tendo em conta diferentes ambientes de utilização, demonstrado assim as possíveis utilizações da solução proposta. Nos capítulos 4 e 5 é descrita a implementação de um protótipo de modo a permitir demonstrar as funcionalidades da solução apresentada, seguida de uma análise dos resultados obtidos após a realização da presente tese. Por fim, no capítulo 6 é feito um balanço sobre todo o trabalho realizado bem como serão indicadas possíveis melhorias para a solução apresentada.



## Capítulo 2

# Trabalho Relacionado

Neste capítulo são revistas soluções e produtos relevantes no contexto da presente tese. Apesar de ser uma área relativamente recente, já existe um número considerável de sistemas que promovem cuidados de saúde. Para cada sistema apresentado será feita uma análise crítica.

As soluções existentes, para atender a exigências semelhantes aos cenários descritos no capítulo anterior, consistem num conjunto de aplicações monolíticas que não fornecem serviços modulares, bem como não permitem uma boa interoperabilidade e outras automações com outras soluções desenvolvidas por fabricantes diferentes.

### 2.1 Solução ILSA

A solução ILSA ("Independent LifeStyle Assistant") vem permitir o aumento da qualidade de vida de idosos a viver em suas casas reduzindo a dependência de prestadores de cuidados de saúde [32]. Esta solução é composta por um conjunto de sistemas de monitorização que, através dos dados obtidos, compreende e adapta, de forma automática, as suas funções ao estilo de vida da pessoa assistida [32].

Para que seja feita esta monitorização é necessário a instalação de sensores por toda a casa da pessoa assistida. Esses sensores enviam os estímulos, recebidos num controlador central - Home Controller - que por sua vez usa uma ligação sem fios Wi-Fi para enviar toda a informação recolhida para um servidor que fará o seu processamento - ILSA Server.

A informação presente nos servidores ILSA, poderá ser acedida unicamente por prestadores de cuidados de saúde ILSA. Em caso de ser detetada alguma anomalia, estes profissionais de saúde alertam a pessoa assistida, recorrendo a uma chamada telefónica.

Este sistema apresenta, entre outras, as seguintes funcionalidades:

- **Monitorização passiva:** registo da ocupação de espaços, administração de medicamentos e padrões de sono, para posterior análise;
- **Suporte cognitivo:** notificações e estimuladores da capacidade cognitiva;

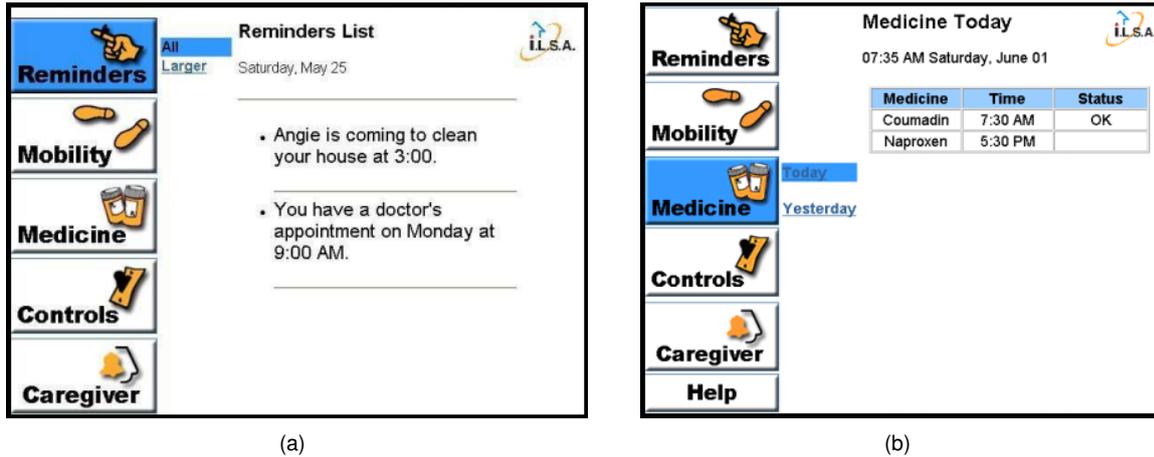
- **Alertas:** contacto automático, através de alertas gerados pelo servidor ILSA, com os prestadores de cuidados de saúde;
- **Relatórios:** relatórios comportamentais da pessoa assistida. Apenas familiares e profissionais de saúde ILSA podem aceder a estes relatórios;
- **Acesso remoto à informação:** através de Internet, caso seja um profissional de saúde ILSA, ou através do telefone;
- **Controlo de funcionalidades:** possibilidade de ativar ou desativar sensores de monitorização e funcionalidades associadas.

Esta solução segue uma arquitetura que tem como qualidade principal a escalabilidade, permitindo adicionar e remover sensores, bem como outras funcionalidades, de forma rápida e sem que se comprometa o funcionamento atual. Muitas das funcionalidades da solução ILSA são baseadas no conceito de agentes, efetuando automaticamente pequenas alterações comportamentais face aos estímulos recebidos [31], permitindo que o sistema se adapte a cada utilizador de forma mais dinâmica

Para que esta solução funcione são necessários sistemas complementares, nomeadamente um sistema que forneça acesso à Internet através de um módulo de acesso Wi-Fi. Com o uso deste módulo é possível enviar informação entre o Home Controller e o ILSA Server. Dado que a única forma que a solução tem para envio e processamento de informação depende de uma ligação Wi-Fi, então caso esta não exista, não é possível recolher, processar e armazenar a informação relativa à pessoa assistida.

Um dos componentes da solução ILSA que é dada à pessoa assistida é o Honeywell Web Pad que consiste num *tablet* que, através de uma interface web, permite visualizar várias categorias de informação relacionadas com a saúde da pessoa assistida [28]. Este *tablet* possui um módulo de ligação sem fios Wi-Fi de modo a que seja possível atualizar a informação presente no dispositivo. As categorias de informação apresentadas através da interface web podem ser notificações, hora de tomar medicação e informação sobre os prestadores de cuidados de saúde. Dada a idade avançada das pessoas assistidas, é esperado que estas possuam algum tipo de declínio cognitivo [27]. De modo a estimular as capacidades cognitivas da pessoa assistida, a interface web é simplista destacando-se as figuras intuitivas e bem visíveis.

Como dito anteriormente, toda a informação relativa à pessoa assistida está armazenada no servidor ILSA. Apenas prestadores de cuidados de saúde ILSA podem aceder a ela diretamente. O acesso a essa informação por parte de outras pessoas autorizadas, como por exemplo familiares, será feito através de uma chamada telefónica. Com esta chamada é possível ouvir os últimos relatórios ou pedir uma cópia em papel dos registos ILSA sobre a pessoa assistida. Esta forma de partilha de informação impossibilita que se consiga complementar os serviços prestados pelo sistema ILSA com outros serviços de controlo de saúde.



(a)

(b)

Figura 2.1: Interface Honeywell Web Pad para utilizador idoso [28]. (a) Menu que exhibe apontamentos importantes. (b) Menu que descrimina a medicação tomada ou a tomar.

### Análise comparativa

A solução ILSA é constituída por um conjunto de sensores que efetua a monitorização da pessoa assistida em sua casa. Toda a informação resultante da monitorização recolhida é processada e armazenada de modo a criar relatórios sobre o estado da pessoa assistida.

- **Pontos negativos:** apenas efetua monitorização e não controlo direto; forte dependência de pessoas externas, nomeadamente prestadores de cuidados de saúde, para promover esses mesmos cuidados; limitação do acesso à informação recolhida; dependência de um sistema que forneça Internet; a necessidade de instalação de sensores em toda a casa da pessoa assistida pode limitar a sua privacidade.
- **Pontos positivos:** modelo de aprendizagem da pessoa assistida baseada no conceito de agentes; usa meios visuais para disponibilizar informação relevante; exercita as capacidades cognitivas da pessoa assistida.

## 2.2 Dispensador de Medicação Philips

O serviço PMD ("Philips Medication Dispenser") apresenta-se como uma solução que permite a calendarização da administração de medicação complexa. O propósito deste serviço é evitar a ocorrência de lapsos como a não tomada de medicação [12]. Esta solução foi concebida com foco em pessoas com doenças crónicas, necessidade de toma de múltiplas medicações ou medicações complexas, perda de capacidade cognitiva, problemas de mobilidade, necessidade de assistência com a medicação.

Este serviço tem duas vertentes:

- **Pessoa assistida:** Uso de um dispensador automático PMDS ("Philips Medication Dispenser System") que permite que a medicação seja tomada no período correto e com a medicação correta. Para que tal aconteça é necessário uma prévia seleção e configuração do dispensador. Esta seleção

prévia garante que seja tomada a medicação certa, sem risco de enganos, reduzindo o risco de intoxicação por medicação e permite que o seu utilizador consiga ter uma vida independente em sua casa [14]. A configuração do dispensador pode ser feita de forma local, usando os comandos presentes, ou remota, através do serviço de apoio da Philips. Independentemente do local de onde é realizada a configuração, é necessária a presença de uma pessoa junto do dispensador para o abastecer com a nova medicação a administrar.

- **Prestadores de cuidados de saúde:** Ajuda no processo da prestação de cuidados através da monitorização contínua sem a necessidade de se deslocar à casa do utilizador. A monitorização da pessoa assistida recorre a um serviço SMS que, automaticamente, notifica uma pessoa responsável pela pessoa assistida em casos de ocorrência de anomalias, como a não tomada de medicação ou caso seja detetada a falta de corrente elétrica. Esta estratégia de monitorização possibilita uma intervenção rápida e reduz o tempo e outros recursos gastos em deslocações. Nesta vertente do serviço, entendemos como prestadores de saúde os familiares ou o sistema de apoio ao cliente dos produtos Philips - Philips Lifeline. Apenas pessoas que pertencem ao Philips Lifeline podem configurar o PDMS. Para que esta configuração seja efetuada, é necessário uma ligação constante à Internet, mais concretamente uma ligação por cabo entre o PDMS e um terminal telefónico. É de extrema importância destacar que caso não exista esta ligação, então também não será possível a configuração remota do PMDS, impossibilitando a atualização do perfil da pessoa assistida por parte da Philips Lifeline.

O procedimento ideal de utilização do PMD pode ser descrito em três passos [13]:

- 1) Coloca-se a medicação pretendida em copos individuais, de forma cronológica, e carrega-se o PDMS com os copos cheios. Após o dispensador estar carregado, é necessário notificar a Philips Lifeline sobre o abastecimento do dispensador, indicando o novo período de toma da medicação. A Philips Lifeline, remotamente, encarrega-se de configurar o dispensador.
- 2) Quando for hora de tomar a medicação, o dispensador irá produzir um sinal sonoro, alertando que está na altura de tomar a medicação. Para tal, basta carregar no único botão que o dispensador possui. Após pressionar o botão, um copo com a medicação definida sai e pode ser administrada.
- 3) Dado que o dispensador está ligado à linha telefónica da pessoa assistida, caso exista alguma anomalia, como a não toma de medicação, necessidade de reposição de medicação ou falta de eletricidade, o responsável por esse utilizador (por exemplo familiar), através do sistema de apoio Philips Lifeline, será alertado, permitindo assim que não falhe nenhuma medicação.

O PMDS foi desenhado para acomodar até sessenta doses de medicação, permitindo que seja armazenada doses para um período máximo de quarenta dias. Em cada dia é possível tomar até seis doses de medicação. O dispensador permite definir os períodos para a tomada de medicação, criar alertas sonoros descrevendo a forma como deverá ser efetuada a administração da medicação e a opção de, no período matinal, tomar uma medicação mesmo que não seja hora para tal [14]. A possibilidade de pomar



Figura 2.2: Philips Medication Dispensing System (dispensador de medicação). (a) Aparência exterior [10]. (b) Estrutura interna [11].

medicação no período matinal permite que seja tomada medicação assim que a pessoa assistida acorde. Estes alertas consistem no uso de comandos de voz, previamente gravados ou através de uma chamada telefónica por parte da Philips Lifeline, de modo a auxiliar a toma de medicação.

Como mecanismo de segurança, apenas o responsável pelos cuidados de saúde da pessoa assistida tem acesso ao interior do dispensador. Este mecanismo permite que apenas o responsável pelos cuidados de saúde da pessoa assistida reabasteça e configure o dispensador e que seja administrada uma dose de medicação que não foi tomada no período definido. Em casos de necessidade de reabastecer o dispensador ou em caso de falha de eletricidade, é enviado um alerta, através de uma chamada telefónica pré-gravada, ao responsável pela pessoa assistida, delegando assim responsabilidades apenas a uma única pessoa.

Como descrito anteriormente, O PDMS foi concebido tendo em conta que existe uma ligação constante à rede telefónica. É possível optar por usar o PDMS sem uma ligação telefónica, abdicando e limitando assim de muitas das suas funcionalidades. É possível configurar o PMDS manualmente, recorrendo aos comandos presentes no interior do dispensador. Estes comandos internos permitem a configuração de um horário de tomada de medicação, repor medicação, disponibilizar uma dose de medicação mesmo que ainda não seja hora para a sua tomada e pedir ajuda.

### **Análise comparativa**

Solução composta por um dispensador automático de medicação (PMDS) e um serviço de apoio à pessoa assistida. Tem como público-alvo pessoas com problemas de saúde que estão mais suscetíveis a realizarem uma má administração da sua própria medicação.

- **Pontos negativos:** funcionalidades bastante limitadas do serviço caso o PMDS não esteja ligado a uma rede de telefone fixo; apenas garante que as doses são retiradas na altura correta e não se estas foram realmente administradas; proporciona que os utilizadores do dispensador passem um período longo sem controlo; suscetível a erros humanos quando se repõe a medicação; complexidade na configuração do horário da tomada de medicação caso não se recorra ao Philips Lifeline.
- **Pontos positivos:** garante que não são tomados medicamentos em excesso; uso de comandos de voz para auxiliar à toma de medicação; alerta do responsável pela pessoa assistida caso exista alguma anomalia; é possível usar o PMDS em caso de corte de energia elétrica.

## 2.3 Solução PharmAssistant

PharmAssistant é uma solução concebida de modo a prevenir a falha da hora de tomar a medicação ou suplementos alimentares [3]. Esta solução tem como público-alvo pessoas com vidas bastante ativas, podendo ser usada por qualquer pessoa independentemente da sua faixa etária. Esta solução é composta por uma aplicação para *smartphone* - PharmAssistant - e uma ou mais SmartBottle [19].

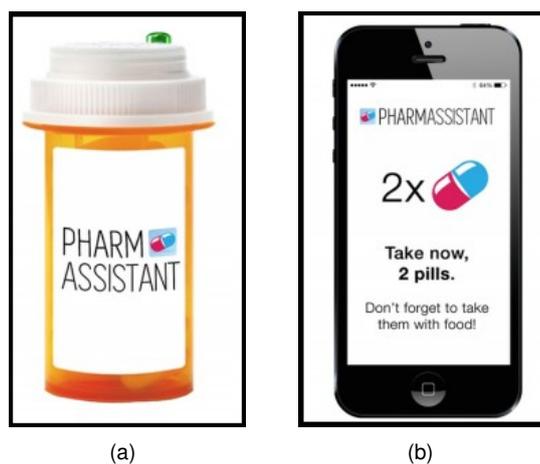


Figura 2.3: Solução completa PharmAssistant [9]. (a) SmartBottle. (b) Aplicação para *smartphone*.

Uma SmartBottle consiste numa caixa portátil para transporte de medicamentos de um único tipo. Esta caixa possui vários formatos, mas nenhum desses formatos possui divisões no seu interior, fazendo com que seja necessário o uso de mais SmartBottles caso a medicação a tomar seja composta por diferentes tipos de medicamentos. A grande inovação é que a tampa desta caixa portátil possui uma mini bateria, um módulo Bluetooth, um *led*, um dispositivo reproduzidor de som e um sensor de abertura da tampa da SmartBottle [1].

A SmartBottle deverá estar constantemente ligada ao *smartphone* que possui a aplicação PharmAssistant que a gere, através de uma ligação Bluetooth. Quando for hora de tomar um determinado medicamento, o *smartphone* envia um sinal para a respetiva SmartBottle. Esta emitirá um sinal sonoro e luminoso até que seja aberta ou caso expire o período da tomada de medicação [8]. Quando a SmartBottle é aberta,

esta envia um sinal de monitorização de volta ao *smartphone*, permitindo que familiares ou profissionais de saúde percebam se o utilizador está ou não a tomar os medicamentos a horas.

A aplicação PharmaAssistant permite configurar uma ou mais SmartBottle, mais concretamente, definir o horário da tomada de medicamentos. Quando se configura o horário de tomada de medicamentos, é possível colocar uma pequena descrição que será apresentada no *smartphone*. Essa descrição pode ter informação variada, desde notas relativas ao modo de administração do medicamento, a quantidade de medicamentos a tomar ou mesmo contraindicações da tomada do mesmo [3]. Ainda na fase de configuração das SmartBottles, a aplicação verifica se existe alguma incompatibilidade entre os diversos medicamentos a administrar.

Como descrito anteriormente, na hora de tomar um determinado medicamento, a SmartBottle correspondente emite um sinal luminoso e sonoro de modo a alertar qual o medicamento a tomar. Quando a SmartBottle é aberta aparece uma notificação no *smartphone* que descreve o tipo, a quantidade e considerações relativas ao medicamento a tomar. Caso a medicação seja tomada, será enviada uma notificação para uma outra pessoa, definida anteriormente, alertando para o acontecimento.

### **Análise comparativa**

Solução constituída por uma aplicação - PharmaAssistant - e uma ou mais caixas para transporte de medicamentos - SmartBottles. Esta solução foi construída de modo a prevenir casos em que não seja tomada a medicação. Apesar de ter como público-alvo pessoas com vidas bastante ativas, poderá também ser usada por pessoas de todas as faixas etárias. A aplicação, que corre em qualquer *smartphone*, interage com uma ou mais SmartBottles através de uma constante ligação Bluetooth.

- **Pontos negativos:** apenas garante que a caixa de medicamentos é aberta; uma SmartBottle só contém medicamentos de um único tipo; não reduz a probabilidade de intoxicação por medicação; não garante que a medicação é tomada; grande possibilidade de ocorrer erros humanos na configuração de uma SmartBottle; portabilidade desta solução é perdida caso exista a necessidade de tomar diversos medicamentos; Uso de Bluetooth limita a distância entre as SmartBottle e o *smartphone*; não existe controlo nem armazenamento da informação que circula entre aplicação e as SmartBottles correspondentes.
- **Pontos positivos:** alerta para a hora de tomada de medicação; alerta de terceiros em caso de não tomada de medicação; informação disponível a qualquer altura.

## **2.4 Sistema E-Pill MedSmart Plus**

O dispensador de medicação MD2 (MedSmart Plus) é uma das várias soluções apresentadas pela empresa E-Pill para o controlo de tomada de medicação. Este dispositivo foi desenvolvido para pessoas com problemas em controlar medicações complexas ou a capacidade de gerir a sua própria medicação. O MD2 pode ser definido com uma máquina portátil dispensadora de medicação que alerta e disponibiliza doses corretas de medicação à pessoa assistida [4].

Relativamente a sistemas desenvolvidos anteriormente pela E-Pill, o MD2 possui duas novas características que o torna numa das melhores soluções da marca:

- 1) Sistema portátil. É possível usar este dispensador sem que necessite de uma ligação constante à rede elétrica;
- 2) Partilha de informação entre o MD2 e outros sistemas, nomeadamente dispositivos de comunicação móvel. Esta partilha tem como objetivo alertar uma pessoa responsável para a ocorrência de anomalias. Devemos destacar que apenas existe partilha de informação e não tratamento e armazenamento da mesma.

É possível abastecer o MD2 com, no máximo, vinte e oito doses de medicação [5]. Para reabastecer o MD2 é necessário aceder ao seu interior. O acesso ao interior do dispensador requer o uso de uma chave, a qual deverá ser entregue à pessoa que presta cuidados de saúde. O acesso ao interior do dispensador permite não só reabastecê-lo, como também permite o acesso a um conjunto de botões que permitem a sua configuração.

O MD2 possui um pequeno ecrã e um conjunto limitado de botões que permitem fazer a sua configuração. Um dos comandos possíveis de executar é a tomada de medicação antes da hora definida. De modo a evitar ingestão excessiva de medicação, este comando só poderá ser executado uma única vez até que o MD2 seja reconfigurado.

A portabilidade do dispensador deve-se ao uso de uma bateria, podendo também ser usado caso se encontre ligado à corrente elétrica [5].

Idealmente o MD2 deverá funcionar da seguinte forma [4]:

- 1) Para cada compartimento do MD2, o prestador de cuidados de saúde define um alarme e coloca a medicação respetiva;
- 2) Quando o alarme toca, é emitido um sinal sonoro e a medicação ficará disponível para toma.
- 3) A pessoa assistida deverá pegar no dispensador MD2, levantá-lo e girá-lo de modo a que a medicação caia nas suas mãos.
- 4) O alarme só termina caso o dispositivo volte à sua posição inicial, ou passado sessenta minutos. Caso a medicação não seja tomada, o prestador de cuidados de saúde da pessoa assistida é notificada, via SMS, *e-mail* ou chamada telefónica.

Devemos destacar que os medicamentos não possuem qualquer tipo de contentor, podendo este pequeno pormenor colocar em causa a saúde da pessoa assistida. Dado que a medicação fica sem qualquer tipo de isolamento dentro do MD2, é necessário: ter cuidados de higiene no abastecer do MD2; limpar regularmente o seu interior; a pessoa assistida deverá higienizar as mãos (ou outro recipiente que possa entrar em contacto com a medicação).

Uma grande inovação deste sistema é a possibilidade de monitorizar a pessoa assistida remotamente, embora de forma limitada [6]. Caso não seja tomada uma determinada medicação ou caso seja necessário



Figura 2.4: E-Pill MedSmart PLUS. (a) Estrutura geral [7]. (b) Modo de funcionamento [5].

reabastecer o MD2, o prestador de cuidados de saúde responsável pela pessoa assistida receberá uma chamada, um *e-mail* ou uma SMS como forma de notificação.

É possível observar que existiu um esforço na integração entre este dispensador e sistemas atualmente existentes, nomeadamente a telefones e dispositivos com acesso à Internet. Devemos salientar que, apesar deste esforço de integração, não existe nenhum repositório onde fica registada e disponível todas as interações feitas com o MD2, nomeadamente informação sobre a medicação tomada e não tomada.

### Análise comparativa

Dispensador automático de medicação portátil que alerta a pessoa assistida para a necessidade de tomar uma determinada medicação e que lhe disponibiliza apenas a dose certa. Caso a medicação não seja tomada ou caso seja necessário reabastecer o MD2, o prestador de cuidados de saúde é notificado via *e-mail*, chamada telefónica ou SMS.

- **Pontos negativos:** dispositivo com dimensões demasiado grandes para ser realmente portátil em ambientes exteriores; problemas de higiene devido à não existência de isolamento de medicamentos; não existe repositório ou tratamento da informação recolhida;
- **Pontos positivos:** mobilidade entre diferentes divisões da habitação; simplicidade de uso; notificações sobre eventos anómalos; integração com diferentes dispositivos pessoais; monitorização remota da pessoa assistida, embora seja de forma um pouco limitada.

## 2.5 EHR - Registo Eletrónico de Saúde

### 2.5.1 Registo Eletrónico de Saúde

É possível notar que, nos últimos anos, tem existido uma enorme mudança na forma como a informação está presente nas organizações. Dessa mudança podemos destacar a forma de processamento e arma-

zenamento de informação, sendo esta inicialmente baseada em papel e tendo passando para sistemas informáticos [29]. Apesar desta transição, é também possível observar que existe ainda uma enorme redundância devido à co-existência destes dois tipos de processamento e armazenamento.

Apesar de existirem inúmeros estudos e testes realizados, ainda não foi concretizada a definição total de um Registo Eletrónico de Saúde (EHR ou Electronic Health Record). Enquanto este formato não for completamente definido, podemos ver um EHR como um movimento de uniformização do tipo de informação trocada entre diferentes organizações de saúde.

A definição de um EHR deve respeitar os pontos críticos identificados pelo *Institute of Medicine of the National Academies* [35]. De acordo com este Instituto, um sistema EHR deve incluir:

- **Coleção de registos eletrónicos de saúde:** conjunto de informações para e sobre pessoas, onde a informação de saúde é definida como as informações relativas à saúde ou de cuidados de saúde prestados a um determinado paciente;
- **Acesso imediato à informação:** acesso às informações é efetuado exclusivamente por pessoas previamente autorizadas;
- **Gerar conhecimento e prestar apoio à decisão:** com objetivo de melhorar a qualidade, a segurança e a eficácia da assistência ao paciente;
- **Suporte de processos:** uso da informação como ferramenta complementar para um conjunto de ações com objetivo comum.

Além destas premissas apresentadas, o *Institute of Medicine of the National Academies* também identifica, de modo a fornecer informação mais concreta, funcionalidades base que um sistema EHR deverá possuir: dados e informação sobre saúde; gestão de resultados obtidos; controlo/gestão de pedidos de saúde; apoio à decisão; permitir uma comunicação eletrónica; apoio ao paciente; processos administrativos; gestão e elaboração de relatórios da saúde da população.

Os registos eletrónicos de saúde oferecem muitas vantagens sobre o sistema de registo médico de saúde baseado em papel ou com formatos proprietários, presente em inúmeras organizações. Estes registos armazenam a informação como uma coleção de dados estruturados e codificados. Os dados estão disponíveis eletronicamente de modo a permitir uma construção de histórias completas de experiências de saúde de um determinado paciente ou até mesmo de um conjunto de pacientes. Outra vantagem de disponibilizar os dados eletronicamente é a possibilidade de acesso aos registos de saúde em locais geograficamente afastados, a qualquer hora e de forma simultânea [29]. Estudos têm demonstrado que o uso de EHRs pode diminuir erros médicos, facilitar a deteção de eventos adversos à saúde, aumentar a segurança do processo de administração de medicamentos, permitir uma utilização mais adequada dos serviços de saúde, e, potencialmente, reduzir os custos de saúde [30].

Como descrito em cima, os dados da EHRs pode ser usados para preencher bancos de dados, tanto para fins clínicos como para pesquisa. Por outro lado, estes dados podem ser utilizados pelos cidadãos de modo a que seja possível gerir o seu próprio estado de saúde ou mesmo doenças crónicas.

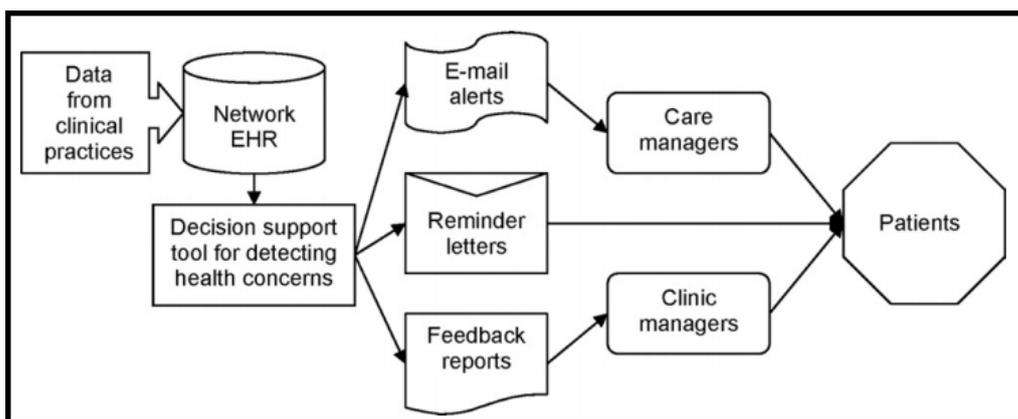


Figura 2.5: Representação esquemática da comunicação baseada num sistema EHR [30].

De modo a fornecer o máximo de benefícios na prestação de cuidados de saúde quer a pacientes, quer a profissionais da área da saúde, é necessária a definição de normas e padrões de modo a possibilitar a unificação da forma como a informação é documentada, armazenada e usada em formato digital. Sem a existência desta unificação, profissionais ligados à área da saúde vão continuar a desenvolver os seus próprios registos eletrónicos, levando à incompatibilidade com os restantes registos eletrónicos usados por outros profissionais de saúde ou até mesmo sistemas de monitorização pessoais [23]. Em título de conclusão, um sistema EHR tem que possuir um padrão bem definido para evitar incompatibilidades e deve ser adotado por todos os seus utilizadores atuais bem como possíveis utilizadores, para que este sistema seja o mais eficiente possível.

Os sistemas EHR devem incluir novas tecnologias, como as tecnologias de monitorização contínua de saúde [29], permitindo que os pacientes sejam continuamente observados, aumentando a qualidade e rapidez dos cuidados de saúde prestados, sem que a sua privacidade seja comprometida.

## 2.5.2 Registo de Saúde ou Registo Médico

Muitas organizações de saúde já adquiriram sistemas eletrónicos que permitem a gestão e monitorização dos cuidados de saúde dos seus pacientes. O grande problema que se identificou é que as informações recolhidas e posteriormente processadas, são armazenadas de modo que não exista de compatibilidade entre outras organizações. Por outras palavras, estas organizações adotaram um sistema a pensar apenas em si, ou seja, adotaram um Registo Eletrónico Médico (EMR ou Electronic Medical Record) desenvolvido com foco na organização e não nos pacientes.

Um sistema EMR é semelhante a um sistema EHR. Ambos os sistemas permitem processar e armazenar informações relativas a um grande número de pacientes, ajudar no apoio à tomada de decisões, aumentar a qualidade dos cuidados de saúde prestados aos seus pacientes, entre outras características. A grande diferença entre estes dois sistemas de saúde é que o EMR está limitado a uma única instituição de saúde. EMR possui informação num formato próprio que dificulta ou impossibilita a sua passagem para outras organizações que prestam os mesmos serviços. A *Aliança Nacional de Informação em Saúde* define essas diferenças como [2]

- **EMR - Registo Médico Eletrónico:** Consiste num registo eletrónico de informações relacionadas à saúde de um indivíduo que pode ser criado, armazenado, gerido e consultado por médicos autorizados e funcionários dentro de uma organização de saúde.
- **EHR - Registo Eletrónico de Saúde:** Pode ser definido como um registo eletrónico de informações relacionadas à saúde de um indivíduo que está em conformidade com os padrões de interoperabilidade, reconhecido nacionalmente e que pode ser criado, gerido e consultado por médicos autorizados e funcionários em mais de uma organização de saúde.

Dado a enorme evolução tecnológica dos últimos anos e conseqüente globalização, é necessário adotar um sistema de EHR, permitindo a livre e segura passagem de informações de saúde de uma pessoa por todas as instituições que promovem cuidados de saúde. Hoje existem tecnologias que possibilitam satisfazer essa necessidade de unificação da linguagem.

### **Análise comparativa**

EHR é uma tentativa de definição de um formato para partilha de informação. Este formato pretende unificar toda a informação presente em registos de saúde nas diversas organizações. O objetivo principal é permitir o acesso a registos de saúde por parte de diversas entidades, contribuindo assim para o aumento da qualidade dos serviços de saúde. Essas entidades podem ser quer unidades de investigação, companhias de desenvolvimento de sistemas ou até mesmo qualquer cidadão.

- **Pontos negativos:** necessidade de definir novo formato de informação; necessidade de ser aceite em larga escala.
- **Pontos positivos:** evita incompatibilidade de tipos informação entre diferentes entidades; permite a competitividade no desenvolvimento de sistemas de saúde; permite criar um perfil de um determinado paciente.

## **2.6 Tecnologias**

Na presente tese pretende-se desenvolver uma solução que envolve três componentes, as quais necessitam de interagir entre si. Para que isto seja possível é necessário definir um formato para a partilha de informação, bem como os canais que estes sistemas vão usar para comunicar entre eles.

Para que não exista problemas de compatibilidade de informação entre os sistemas constituintes da solução, é de extrema importância adotar um formato aberto para o armazenamento e troca de informação. O formato a adotar deverá permitir desenvolver novas funcionalidades, bem como facilitar o desenvolvimento de futuros sistemas complementares à solução. Neste contexto propõe-se o uso de XML cujas principais características e vantagens serão abordadas adiante

Outra vertente muito importante são os canais de comunicação, o que ficou presente nas descrições dos produtos feita nas secções anteriores e também nas características pretendidas para a solução a de-

envolver. Apesar de existirem várias alternativas, como canal de comunicação principal entre os sistemas desta solução será usado Wi-Fi, o que será analisado na sub-secção 2.6.2.

Outra forma de comunicação entre os sistemas a desenvolver baseia-se no serviço de mensagens de texto (SMS). Apesar de ser uma tecnologia antiga, continua a ser a melhor forma de contactar uma pessoa devido à cobertura global, bem como o número de dispositivos que suportam este tipo serviço.

### 2.6.1 eXtensible Markup Language

eXtensible Markup Language (XML) é uma linguagem de marcação onde é permitido definir um conjunto de regras de codificação de documentos num formato que tanto o ser humano como uma máquina consiga ler. Esta linguagem foi concebida pela organização internacional *World Wide Web Consortium (W3C)*, a principal responsável por standards para a *World Wide Web (WWW)*.

O XML é uma resposta face à enorme necessidade de partilha de informação entre sistemas e pessoas de todos os pontos do planeta através da WWW. Dada esta necessidade, a linguagem foi desenvolvida tendo como objetivos de qualidade principais a simplicidade, a generalidade e usabilidade. Esta linguagem permite criar documentos com estruturas únicas que possibilita lidar com diferentes linguagens, quer humanas quer linguagens máquina.

Além dos objetivos principais, a sua conceção integra princípios importantes como:

- Separar o conteúdo da formatação;
- Simplicidade e legibilidade de documentos;
- Aceitar uma variedade de linguagens humanas;
- Possibilidade de criar um número ilimitado de marcas por documento;
- Criar arquivos para validação de estrutura;
- Interligar bases de dados distintas;
- Focar na estrutura da informação, e não na sua aparência.

O XML é um formato para a criação de documentos com dados organizados de forma hierárquica e possui uma enorme portabilidade, visto que não depende das plataformas de *hardware* ou de *software*.

De um modo mais crítico, podemos dividir as características do formato XML em:

- **Aspetos negativos:** A quantidade de informação necessária para a criação de um ficheiro prejudica a velocidade de transferência e processamento de informação; um ficheiro XML poderá ser muito confuso caso não esteja indentado.
- **Aspetos positivos:** permite consultas de informação muito rápidas; baseado em texto simples; aceita a maioria dos caracteres usados para a representação da linguagem humana; possibilita a integração de linguagens de programação; proporciona uma maior eficiência e consistência da sua análise por parte de algoritmos; permite impor um dado formato para a realização de troca de

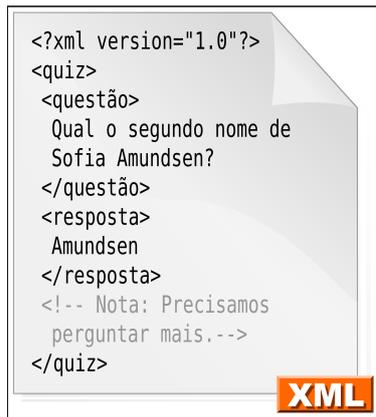


Figura 2.6: Exemplo de um ficheiro XML [20].

informação entre entidades diferentes; não existem restrições, quer a nível de hardware quer a nível de *software*.

## 2.6.2 Wi-Fi Direct

A tecnologia Wi-Fi tem tido enorme sucesso como canal de comunicação [25]. A maioria desse sucesso está construída em volta da infraestrutura definida pelo standard 802.11 do Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrónicos (IEEE ou Institute of Electrical and Electronics Engineers), que permite uma fácil configuração de uma ligação à Internet, sem que ocorra incompatibilidades entre diferentes sistema e mantendo um elevado nível de segurança [33]. Esta infraestrutura permite que um conjunto de clientes consigam partilhar uma ligação à Internet desde que exista uma ligação a um *Access Point (AP)*. Entende-se como *AP* um dispositivo cuja funcionalidade principal é realizar a ligação entre dispositivos móveis e um dispositivo que fornece ligação a Internet. O enorme sucesso desta infraestrutura levou ao seu contínuo desenvolvimento, de modo a conseguir responder ao enorme crescimento de dispositivos a explorar esta tecnologia. Desta evolução surgiu o Wi-Fi Direct.

Wi-Fi Direct é uma nova tecnologia definida pela Wi-Fi Alliance [16] que permite uma comunicação eficiente, principalmente, *device-to-device*. Esta nova tecnologia tem como alvo dispositivos portáteis, onde existe uma necessidade inerente de reduzir o consumo de energia, bem como a necessidade de criar uma forma de comunicação entre dispositivos diferentes sem que exista algum sistema intermédio [24].

De um modo muito superficial, podemos definir Wi-Fi Direct como uma atualização para os típicos módulos Wi-Fi presentes nos diversos dispositivos de comunicação de modo, possibilitando partilhar Internet sem a necessidade de uso de algum dispositivo intermediário, como um *Access Point* ou *Router*.

A tecnologia Wi-Fi Direct diferencia-se do típico Wi-Fi, pois não necessita de um *AP* para disponibilizar ligações à Internet. Dispositivos com Wi-Fi Direct, de forma automática, escolhem entre eles os papéis de servidor (Wi-Fi Server), desempenhando o papel do tradicional *AP*, e o papel de cliente (Wi-Fi Client) de forma a criar a sua própria infraestrutura [24]. Wi-Fi Direct beneficia das tecnologias usadas pela infraestrutura tradicional do Wi-Fi, pois usa os dispositivos Wi-Fi existentes no mercado, fazendo com que

estes vejam um dispositivo Wi-Fi Direct como um tradicional AP.

Dispositivos com Wi-Fi Direct podem conectar-se com um ou mais dispositivos simultaneamente [25]. Um uso comum para uma ligação *one-to-one* poderá derivar da necessidade de troca de conteúdos, como por exemplo a impressão de um documento. Neste exemplo, é possível o uso de uma ligação Wi-Fi Direct *one-to-one* entre um *smartphone* e uma impressora. Por outro lado, um dispositivo Wi-Fi Direct poderá conectar-se com múltiplos dispositivos, numa ligação designada *one-to-many*. Neste tipo de ligação, um dos dispositivos age como um *gate keeper* que convida outros dispositivos a ingressar no grupo. Apenas dispositivos que recebem permissão de ingresso vinda do *gate keeper* podem ligar-se a outros dispositivos dessa rede.

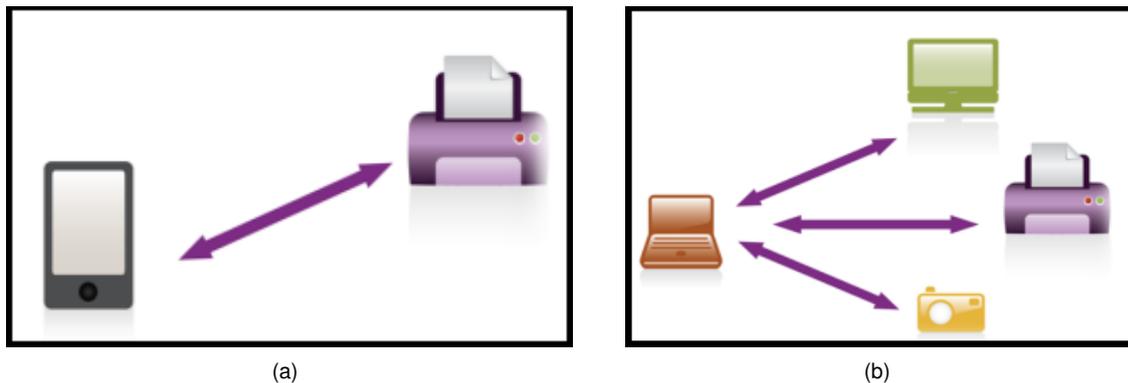


Figura 2.7: Tipos de ligações entre dispositivos Wi-Fi Direct [37]. (a) Ligação *one-to-one*. (b) Ligação *one-to-many*.

Esta nova tecnologia, além de melhorar a ligação *device-to-device*, introduz novas funcionalidades como [16, 37]

- **Redução do consumo de energia:** principalmente em dispositivos portáteis como *smartphones*;
- **Operações concorrentes:** permite que o mesmo dispositivo possua diferentes ligações Wi-Fi Direct;
- **Layer two service discovery:** permite que os dispositivos descubram automaticamente outros dispositivos ou serviços disponíveis antes de se conectarem;
- **Mobilidade e portabilidade:** dispositivos Wi-Fi Direct podem ligar-se em qualquer sitio e qualquer lugar;
- **Uso imediato:** possibilidade de se ligarem com dispositivos Wi-Fi existentes sem configurações adicionais;
- **Ligações simples e seguras:** são criadas ligações seguras entre diferentes dispositivos sem necessidade de configurações adicionais.

### 2.6.3 Short Message Service

Short Message Service (SMS) é o serviço de informação mais popular usado sobre a rede telefónica. Este serviço foi originalmente criado como um mecanismo de notificação para chamadas de voz como parte da especificação do Sistema Global para Comunicações Móveis (GSM), evoluindo para o serviço sem fios mais usado de transferência de informação [38].

Podemos descrever este serviço como uma ferramenta de comunicação entre pessoas baseada na troca de mensagens de texto, recorrendo a dispositivos móveis ou computadores com acesso à Internet. Como limitação, uma mensagem SMS só possui texto simples com um máximo de 160 caracteres [21].

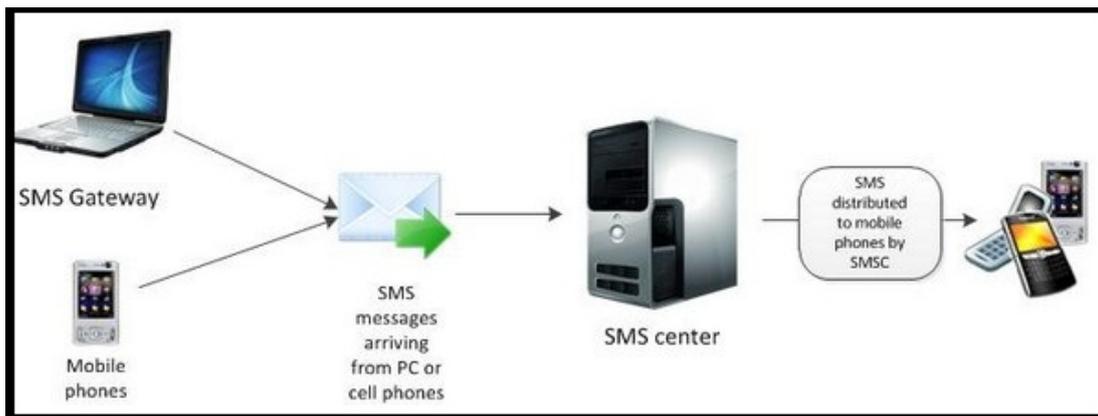


Figura 2.8: Representação esquemática do envio de uma SMS [15].

Para que exista uma troca de mensagens entre duas entidades, é necessário um agente intermediário, o Short Message Service - SMSC. Este intermediário é responsável pelo reencaminhamento de mensagens, isto é, recebe uma mensagem de um emissor e reenvia-a para o destinatário correto. O SMSC pode operar com base num de dois paradigmas [22]:

- **Store-and-forward:** Paradigma mais utilizado pelas diferentes operadoras. O sistema reenvia a mensagem, durante um período de tempo limitado, até que esta seja recebida pelo recetor.
- **Forward-and-forget:** O sistema envia a mensagem para o recetor sem se assegurar que esta foi realmente entregue ou não reenvia a mensagem caso exista alguma falha.

O método de comunicação usando SMS possui um conjunto de características que contribuem para que este seja um dos serviços mais usado mundialmente, onde se destaca a ubiquidade de dispositivos [38]. Este serviço, além de ser aceite pelos telefones mais rudimentares até aos computadores mais sofisticados, também é disponibilizado pelas redes telefónicas existentes, podendo assim ser usado em qualquer parte do mundo.

## Capítulo 3

# Requisitos e Arquitetura da Solução

Neste capítulo começa-se por, de forma sistemática, definir os requisitos mais relevantes da solução que se pretende implementar.

Em seguida apresenta-se uma arquitetura global da solução que contempla três variantes. A definição destas variantes permitirá adequar a solução a necessidades específicas da pessoa assistida, tendo em consideração o seu estado de saúde, bem como os recursos e infraestruturas disponíveis.

### 3.1 Requisitos da Solução

Um dos objetivos principais deste trabalho é desenvolver uma solução de gestão terapêutica e monitorização do estado de saúde. Esta solução deverá ser extensível, utilizar protocolos abertos para efetuar interações entre os sistemas constituintes da solução e disponibilizar um formato aberto para a representação da informação.

#### 3.1.1 AMapp - Aplicação Móvel

Em seguida define-se um conjunto de requisitos principais para uma definição detalhada do funcionamento pretendido para a AMapp. Para cada requisito será apresentada uma breve descrição e justificação.

##### - Gerir várias pessoas e vários armários

A aplicação deverá permitir gerir a terapêutica e monitorizar a saúde de várias pessoas. Para que exista uma correta associação de informação, deverá ser atribuído um perfil a cada uma dessas pessoas assistidas. Esse perfil deverá conter informação pessoal, como o nome da pessoa assistida, idade e considerações de saúde, bem como os AMs (Armários de Medicamentos) usados por ela e uma palavra-passe para acesso ao perfil.

Para cada pessoa, a aplicação deve receber e registar localmente as interações enviadas pelo AM e permitir a consulta dessa informação. As interações registadas pelo AM incluem a tomada de medicação, com discriminação da hora em que ocorreu e quais os medicamentos, medicação que não foi tomada e

eventuais tentativas de acesso ao AM (fora de horas ou tentativas repetidas de acesso a medicamentos já tomados).

A AMapp deve permitir adicionar manualmente informação sobre controlos de saúde efetuados, como níveis de glicemia, hematomas detetados, pressão arterial, consultas e exames efetuados, entre outros. Esta funcionalidade permite complementar a monitorização e controlo da saúde da pessoa assistida.

#### **- Executar num dispositivo móvel *smartphone* ou *tablet* Android**

Esta decisão baseia-se na grande divulgação mundial, bem como a facilidade em obter dispositivos de baixo custo. Este sistema operativo é aberto, o que permite não só desenvolver aplicações a baixo custo, como também possibilita complementar as funcionalidades dessas aplicações com as funcionalidades que um *smartphone* dispõe.

#### **- Uso do módulo Wi-Fi Direct e acesso à Internet**

O uso de um módulo Wi-Fi Direct permite que, além de desempenhar as funções de um tradicional módulo Wi-Fi, dois sistemas comuniquem entre si sem a necessidade de um agente intermédio como, por exemplo, um *Access Point*. Será através deste módulo que a AMapp poderá interagir diretamente com o AM, recolhendo as interações recebidas pelo armário ou realizando a sua configuração.

Tendo em consideração as variantes da solução, descritas na próxima secção, será necessário que a AMapp possua acesso a uma ligação à Internet para partilha de informação com o AMonline. Dadas as características do sistema operativo Android, esse acesso poderá ser realizado através do uso de uma ligação à Internet via Wi-Fi Direct ou de uma comunicação celular, pois estas formas de acesso à Internet estão disponíveis na maioria dos *smartphones* ou *tablets* Android.

#### **- Oferecer comunicação móvel celular que suporte a receção de mensagens SMS**

Através de um módulo de comunicação GSM (ou superior), é permitindo usufruir de um serviço para a receção de mensagens de texto SMS. Dadas as características atuais da maioria dos *smartphones* e *tablets*, é esperado que estes possuam este serviço.

A AMapp receberá mensagens SMS de forma a alertar para certas ocorrências ou emergências, como o fato de que a pessoa assistida não tomou uma determinada medicação importante ou que esta tentou aceder de forma indevida ao interior do AM. Dadas as características do serviço SMS, considera-se que é o meio mais adequado para o envio de notificações importantes, pois sabe-se que a mensagem enviada deverá ser recebida em qualquer lugar e a qualquer hora sem a necessidade de uma constante ligação à Internet.

#### **- Consultar e partilhar a informação recolhida**

Deverá ser permitido consultar informação recolhida de uma determinada pessoa. De modo a respeitar a sua privacidade, antes que seja possível aceder a essa informação, o utilizador terá que inserir a palavra-

passe do perfil ao qual está associado a pessoa assistida.

Após esta autenticação, deverá ser possível consultar toda a informação associada a esse perfil. A informação disponível será compilada em dois formatos diferentes, PDF e XML, facilitando a sua consulta e a partilha com o AMonline ou com outros sistemas externos à solução.

### **3.1.2 AM - Armário de Medicamentos**

Como não se dispõe de um AM físico para suporte às funcionalidades da aplicação AMapp, será desenvolvida uma aplicação que simulará o seu comportamento.

Em seguida define-se um conjunto de requisitos principais para uma definição detalhada do funcionamento pretendido do AM.

#### **- Controlar a administração de medicação**

Sendo o objetivo principal auxiliar a pessoa assistida na tomada de medicação, o armário possuirá no seu interior doses de medicação e cada dose só deverá ser disponibilizada durante um período tempo específico. Para que tal seja possível, é necessário que o AM possua mecanismos de controlo e de sinalização. O AM possuirá um único compartimento, fazendo com que a cada instante apenas uma doses de medicação esteja acessível.

O armário é configurado pela AMapp que pode definir os instantes (data e hora) em que determinada dose de medicação será disponibilizada.

Conceptualmente o armário possuirá um único compartimento. Será através desse compartimento que a pessoa assistida retirará a dose correta de medicamentos. O compartimento só deverá estar desbloqueado num período previamente definido, devendo assim bloquear qualquer tipo de acesso indevido. Esse compartimento deverá possuir um sensor que permita verificar se a dose de medicação foi realmente retirada do interior.

Para avisar a pessoa que está na hora de tomar uma determinada medicação, o AM possui mecanismos de sinalização, recorrendo à utilização de sinais luminosos e sonoros. O AM possui também um conjunto de sensores para detetar se a pessoa acedeu ao compartimento, na altura indicada, ou se está a tentar aceder múltiplas vezes, indevidamente.

#### **- Receber configurações**

O armário receberá configurações dos restantes sistemas presentes na solução apresentada. Nestas configurações deverá ser indicado o período de administração de uma determinada dose de medicação, bem como discriminar a sua composição.

#### **- Integração do módulo Wi-Fi Direct**

O AM terá como mecanismo de comunicação de base um módulo Wi-Fi Direct. Isso permitirá que ele dialogue com a AMapp (ou outros sistemas) e que possa aceder diretamente à Internet se essa ligação

estiver disponível.

#### **- Integração, opcional, de um módulo GSM que suporte envio de SMS**

Opcionalmente o AM poderá incluir um módulo GSM que será usado caso não exista a possibilidade de aceder à Internet usando o módulo Wi-Fi Direct indicado anteriormente. Através do módulo GSM o AM terá a possibilidade de enviar mensagens SMS sinalizando uma emergência ou outras situações relevantes. O uso de um módulo GSM tem a vantagem de que o AM pode estar localizado em, praticamente, qualquer local do país, pois o serviço SMS é dos que possui maior cobertura, funcionando mesmo em situações de sinal fraco ou em que temporariamente fica indisponível.

#### **- Integração com a aplicação AMapp e com o portal AMonline**

O Armário de Medicamentos deverá comunicar quer com a aplicação AMapp, quer com o portal AMonline. Ao comunicar com estes sistemas, o AM pode receber novas configurações relativamente a medicamentos a dispensar e respetiva data e hora, bem como enviar o registo de todas as interações que a pessoa assistida realizou.

Para que seja possível efetuar a partilha de informação, será adotado um formato de dados aberto baseado em XML.

### **3.1.3 AMonline - Portal *Online***

Em seguida apresentam-se os principais requisitos relativos ao portal AMonline.

#### **- Guardar informação sobre várias pessoas**

Tal como acontece na AMapp, toda a informação recolhida estará associada a um determinado perfil. Esta escolha permite assegurar a privacidade da pessoa assistida, pois apenas será possível aceder à informação da pessoa mediante a inserção de uma palavra-passe associada ao seu perfil.

#### **- Permitir que várias pessoas consultem informação**

É pretendido que várias pessoas possam aceder ao portal, em qualquer momento, para obter informação sobre uma determinada pessoa. Para que seja possível este acesso será necessário um chave de autenticação.

O acesso à informação disponibilizada pelo portal deverá contemplar os seguintes cenários:

- **Um perfil poderá ser acedido por uma única pessoa:** apenas a pessoa assistida poderá visualizar o seu próprio histórico de saúde. É pressuposto que cada utilizador possua uma palavra-passe própria;
- **Um perfil pode ser acedido por várias pessoas:** entende-se que a pessoa assistida possui algumas limitações a nível de independência. Assim será permitido que, por exemplo, familiares dessa

pessoa possam estar ocorrentes do estado de saúde da pessoa assistida, permitindo-lhes realizar uma intervenção imediata caso detetem alguma situação anómala. Como cada utilizador do portal possui uma palavra-passe própria, será possível identificar quem efetua os acessos;

- **Vários perfis podem ser acedidos por uma única pessoa:** considera-se que o portal será utilizado, por exemplo, num centro de apoio domiciliário. O portal deverá dar a instituições deste tipo a possibilidade de gerir várias pessoas, bem como permitir gerir recursos internos, como a gestão de *stocks* de medicação e alocação de recursos.

#### - Realizar tratamento de informação

Quando o AMonline recebe nova informação deverá associá-la ao perfil correto, atualizando-o de imediato. Essa informação deverá ser agregada segundo padrões como, por exemplo, medicações administradas, tratamentos efetuados, pressão arterial, entre outros. Com este tratamento dos dados pretende-se que a informação disponibilizada seja intuitiva e de fácil consulta, permitindo com que a pessoa responsável detete rapidamente alguma situação anómala.

Dependendo da variante da solução em que o AMonline se insira, este poderá necessitar de aceder a um serviço de comunicação móvel celular para o envio de mensagens SMS. Nesta variante será o AMonline o responsável por notificar o utilizador da AMapp caso a pessoa assistida não tome medicação importante.

## 3.2 Arquitetura Global

Ao propor uma arquitetura para o sistema global foram consideradas limitações do público-alvo deste trabalho, nomeadamente a facilidade de acesso à Internet, condições monetárias e localização geográfica. Por outro lado, a solução apresentada na presente tese, também deverá ter em consideração o nível de independência da pessoa assistida. Todos estes aspetos levaram-nos a considerar três possíveis variantes para a solução, as quais serão detalhadas em seguida.

De modo a facilitar a compreensão das figuras apresentadas adiante, serão usadas os seguintes símbolos para representar, respetivamente, a AMapp, o AM e o AMonline.

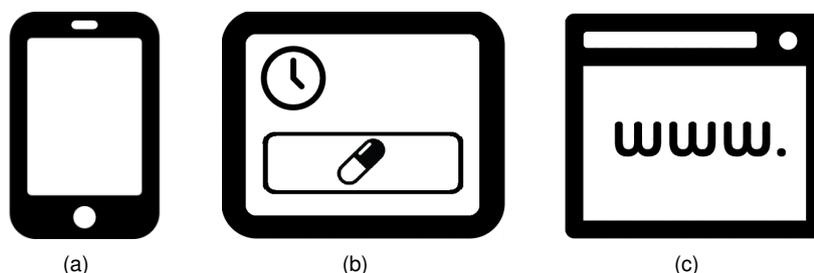


Figura 3.1: Simbologia da solução. (a) Aplicação para *smartphone* AMapp. (b) Dispensador AM. (c) Portal AMonline.

### 3.2.1 Solução sem acesso à Internet

A primeira variante da solução assume que o AM não possui um acesso permanente à Internet, delegando assim a responsabilidade total à AMapp no que toca à recolha e partilha de informação. Recorda-se que o AM tem obrigatoriamente um módulo Wi-Fi Direct que será usado para interatuar com a AMapp. Deste modo será possível a AMapp configurar o AM e recolher o seu registo de ocorrências.

Não existindo outro modo de comunicação nesta variante, o AM não tem a possibilidade de enviar em tempo real notificações relativamente a situações de medicamentos não tomados ou outras situações. Por esta razão, esta variante tem como público-alvo pessoas que consigam viver em suas habitações com um bom nível de independência e que conseguem controlar o seu estado de saúde, necessitando apenas de um sistema auxiliar que ajude a evitar esquecimentos.

Esta variante do sistema, por não necessitar da existência de um fornecedor de acesso à Internet nem usar outras formas de comunicação, é a que oferece menores custos de exploração.

A figura 3.2 ilustra a arquitetura desta variante, a qual se descreve em seguida.

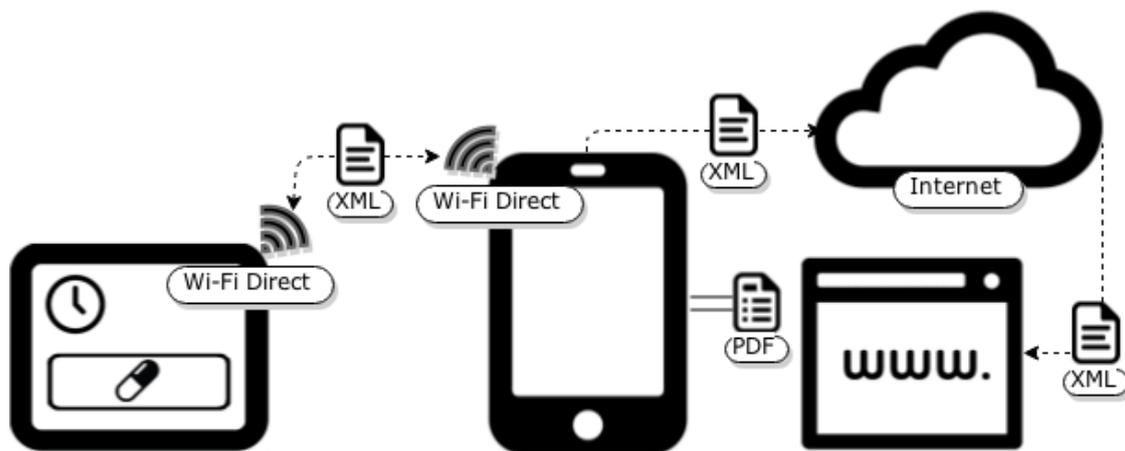


Figura 3.2: Arquitetura do sistema para situações sem acesso permanente à Internet e sem comunicação móvel celular.

#### Interações entre componentes

Nesta variante o AM não tem acesso a uma ligação à Internet. Esta restrição obriga a que a única forma de aceder ao AM será efetuado recorrendo ao uso da aplicação AMapp.

Para estabelecer um canal de comunicação, que se detalha em seguida, entre a AMapp e o AM será necessária a existência de um perfil associado à pessoa a quem pertence o AM. Esse perfil consiste num conjunto de informação pessoal, como nome e idade, bem como o identificador do AM que essa pessoa utiliza, uma palavra-passe para autenticação e uma descrição sobre considerações de saúde a ter com a pessoa assistida, como possíveis reações alérgicas ou doenças crónicas.

Será recorrendo a esse perfil que a AMapp fará a ligação com o AM para posterior configuração e recolha de informação. Para que o utilizador da AMapp consiga aceder a um determinado perfil, será necessário inserir a sua senha de autenticação.

Após uma autenticação bem sucedida será criado um canal de comunicação entre o AM e a AMapp, o armário entrará num estado de configuração, sendo possível aceder ao seu interior para colocar nova medicação. O AM permanecerá neste estado até que o responsável conclua o processo, transferindo as programações horárias e avisos ao seu interior para colocar nova medicação.

Imediatamente após o estabelecimento de um canal de comunicação, a AMapp enviará ao AM um pedido de recolha informação, nomeadamente o registo sobre a medicação administrada e acessos ao armário. Este pedido será efetuado de forma automática e transparente para os utilizadores destes sistemas. O AM ao receber este pedido, enviará de volta toda a informação por ele recolhida. Uma vez que o AM possui memória limitada é pretendido que, sempre que o AM envia informação, toda essa informação seja eliminada da sua memória.

Após estes passos iniciais, será possível configurar o armário de medicamentos. A configuração é previamente definida na própria AMapp, sendo guardada localmente, para posterior envio.

Como mencionado, a AMapp receberá informação sobre as interações efetuadas entre o AM e a pessoa assistida. Essa informação deverá ser armazenada localmente, na memória do *smartphone*. É também possível introduzir informação de forma manual na aplicação móvel como, por exemplo, registar leituras de pressão arterial ou exames realizados. Esta informação será utilizada para complementar a monitorização feita à pessoa assistida. Será possível processar toda a informação presente na AMapp. A informação guardada pela AMapp será processada e associada ao perfil de uma pessoa, para posteriormente ser atualizado o respetivo histórico de saúde.

Será possível partilhar a informação presente no AMapp com outros sistemas, nomeadamente com o portal AMonline. Para proceder a essa partilha, é necessário que o utilizador da AMapp possua um acesso à Internet e, explicitamente, aceda ao serviço AMonline. Deste modo assegura-se um maior controlo sobre este processo.

Quando o utilizador da AMapp executa o comando para partilhar toda a informação associada a um determinado perfil, serão desencadeados três acontecimentos:

- 1) Toda a informação associada ao perfil da pessoa em causa será processada, sendo assim criado ou atualizado, na memória do *smartphone*, o histórico de saúde da mesma;
- 2) Será criado um ficheiro XML com todo o histórico de saúde e enviado para o servidor onde o AMonline estará alojado. Caso não seja possível enviar o ficheiro para o servidor, este ficará guardado na memória do *smartphone* para futuro envio;
- 3) Será criado um ficheiro PDF, que ficará guardado localmente, na memória do *smartphone*, onde a informação será exibida de forma organizada e intuitiva, permitindo que este ficheiro seja exibido ou partilhado de imediato.

Para que seja possível aceder à informação presente no portal AMonline, será necessário que a pessoa que pretenda visualizar essa informação esteja previamente autorizada para tal. Com a implementação de todos estes requisitos pretende-se garantir a privacidade relativa à informação pessoal da pessoa assistida.

## Canais de comunicação

Nesta variante apenas existe a necessidade de um único módulo de comunicação, nomeadamente Wi-Fi Direct. Esta escolha tem em consideração as características descritas no capítulo anterior e dá suporte à interação com a AMapp. A partilha de informação com o portal AOnline será feita através da AMapp que terá um módulo de comunicação Wi-Fi Direct ou outra forma de ligação de dados, pois estas formas de acesso à Internet estão disponíveis na maioria dos *smartphone* ou *tablet* Android.

### 3.2.2 Solução sem acesso à Internet mas com comunicação móvel celular

Esta variante da solução é semelhante à apresentada anteriormente. No entanto, considera-se que o AM dispõe, adicionalmente, de um módulo de comunicação móvel celular, que passaremos a designar de módulo GSM. A existência deste módulo permite que sejam enviadas SMS em situações consideradas relevantes como, por exemplo, a não tomada de medicação considerada crítica.

Esta variante destina-se, principalmente, a ser utilizada em locais remotos e isolados, em que não existe possibilidade ou facilidade de acesso à Internet. Adicionalmente, pode também ser usada quando, por razões económicas, não se queira incorrer no custo de contratar um serviço de acesso permanente à Internet. No entanto, o uso de um módulo de comunicação GSM acarreta, para além do custo do próprio módulo, o custo associado ao envio das SMS (embora isto possa depender do pacote de serviços contratado). Estima-se, no entanto, que esta opção tenha um custo inferior.

Nesta variante, sempre que o AM deteta uma situação anómala, envia uma notificação, via mensagem SMS, para a AMapp. Dadas as características deste serviço, o utilizador da AMapp receberá sempre essa notificação, permitindo que seja possível uma intervenção rápida aquando da ocorrência deste tipo de acontecimentos.

A figura 3.3 ilustra a arquitetura desta variante, a qual se descreve em seguida.



Figura 3.3: Arquitetura do sistema para situações sem acesso permanente à Internet.

## Interações entre componentes

As interações entre os componentes desta variante são iguais às interações da variante descrita anteriormente, destacando-se apenas a utilização do módulo GSM para o envio de notificações.

Tal como na primeira variante, quando o AM deteta a ocorrência de uma anomalia, este regista-a e guarda-a internamente no ficheiro de interações. Esse ficheiro será enviado à AMapp quando esta efetua uma autenticação válida com o armário.

Nesta segunda variante o AM, além de registar apenas a ocorrência de anomalias, enviará um alerta via mensagem SMS para a AMapp. Este mecanismo de controlo permite que a pessoa responsável, receba esta informação de forma imediata. A mensagem enviada identifica a ocorrência e pode conter, por exemplo, o nome dos medicamentos não tomados.

## Canais de comunicação

Esta segunda solução utiliza os mesmos canais de comunicação que a primeira variante. A comunicação recorrendo a módulos Wi-Fi Direct continua presente nesta variante.

Da descrição feita conclui-se que é muito simples passar da primeira variante para esta, pois basta adicionar um módulo GSM (ou superior) ao Armário de Medicamentos.

Para que a AMapp receba as mensagens SMS será necessário que o dispositivo usado disponha de comunicação móvel celular. Isso verifica-se para a generalidade dos *smartphones* sendo também fácil obter *tablets* Android com esta capacidade.

### 3.2.3 Solução com acesso permanente à Internet

Ao contrário das variantes apresentadas anteriormente, esta variante assume que o AM tem acesso permanente à Internet. Tal como na variante anterior, esta variante também permite alertar para a ocorrência de situações anómalas, sem ser necessário que o AM inclua um módulo GSM.

Esta variante foi desenhada de modo a que seja possível tirar partido da tecnologia atual e permite melhorar as funcionalidades de monitorização oferecidas nas soluções anteriores, principalmente no que toca à partilha de informação.

Nesta variante, o AM ao detetar uma anomalia, notifica diretamente o AMonline que irá recorrer a um serviço de envio de SMS para informar a AMapp da ocorrência. Esta decisão permite que seja oferecido o mesmo nível de funcionalidades e ao mesmo tempo simplificar os sistemas constituintes da solução, permitindo atribuir funcionalidades a sistemas estruturalmente mais aptos.

Relativamente à recolha de informação, nesta variante o AMonline não está totalmente dependente do AMapp para recolha de informação. Como o AM possui acesso permanente à Internet, todas as interações por ele registadas são enviadas automaticamente para o AMonline. Com esta decisão elimina-se a dependência da AMapp, evitando a possível retenção de informação nela por períodos de tempo significativos.

Dado que o AMonline será o responsável pelo serviço de notificação, é possível reduzir a complexidade

do AM e, conseqüentemente, reduzir custos relacionados com a utilização de um serviço de envio de mensagens de texto, suportados pela pessoa assistida.

A figura 3.4 ilustra a arquitetura desta variante, a qual se descreve de seguida.

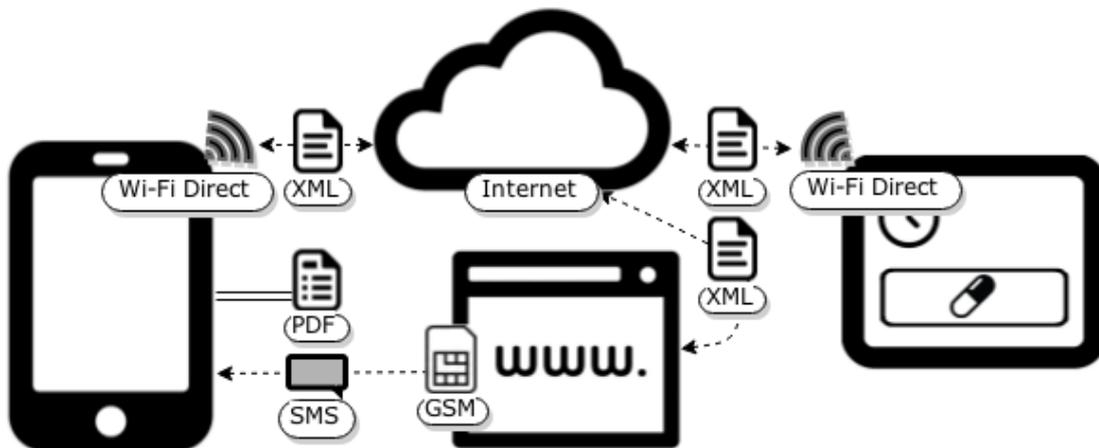


Figura 3.4: Arquitetura para um solução com acesso permanente à Internet.

### Interações entre componentes

Como descrito, nesta variante o AM possui um acesso permanente à Internet. O armário utiliza este acesso para enviar, automaticamente, toda a informação por ele registada. Para que a AMapp consiga comunicar com o AM, será necessário que o seu utilizador se autentique. Nesta variante essa autenticação acontece via AMonline. Após uma autenticação bem sucedida, o portal AMonline envia à AMapp a informação recolhida, sobre as interações efetuadas entre o AM e a pessoa assistida. Após estes passos será possível configurar o AM.

A AMapp continuará a fornecer as mesmas funcionalidades que oferecia nas variantes anteriores. Como mencionado, a AMapp receberá informação sobre as interações efetuadas entre o AM e a pessoa assistida. Será possível introduzir informação de forma manual na aplicação móvel de modo a complementar a monitorização feita à pessoa assistida.

Toda a informação recolhida pela AMapp poderá ser processada. Esse processamento consiste no tratamento de toda a informação associada a um determinado perfil de modo a que seja possível criar ou atualizar o seu histórico de saúde. Será possível partilhar a informação presente no AMapp com outros sistemas, nomeadamente com o portal AMonline.

Nesta variante o portal AMonline possuirá uma funcionalidade extra, sendo esta delegada pelo AM. O AMonline poderá receber uma notificação do AM, indicando a ocorrência de uma anomalia. Por sua vez, o portal ficará encarregue de notificar de imediato AMapp detalhando a anomalia. Esta decisão permite que seja oferecido o mesmo nível de funcionalidades e ao mesmo tempo simplificar os sistemas constituintes da solução, permitindo atribuir funcionalidades a sistemas estruturalmente mais aptos e ao mesmo tempo reduzir custos suportados pela pessoa assistida.

## **Canais de comunicação**

Esta terceira solução utiliza os mesmo canais de comunicação que a segunda variante, continuando a recorrer ao uso de módulos Wi-Fi Direct como forma de comunicação principal.

De modo a transitar para esta variante, será necessário apenas que o AMonline suporte um serviço de envio de mensagens SMS. Para que tal aconteça, bastará integrar um módulo GSM, ou superior, ou recorrer a um serviço de envio de mensagens disponibilizado por entidades externas.

Caso se pretenda transitar da segunda variante, será necessário remover ou desabilitar o serviço de envio de mensagens do AM. Esta transição não será complicada porque, dada a forma como os sistemas deverão ser implementados, apenas seria necessário, no perfil associado ao AM, desabilitar a integração do módulo GSM.

### **3.2.4 Formatos da informação**

Na solução apresentada na presente tese propõe-se o uso de três tipos de formatos para transporte e partilha de informação: XML, PDF e SMS.

Dadas as características do formato XML, é possível partilhar informação sem que exista problemas de compatibilidade entre diferentes sistemas. Outra vantagem do uso deste formato é a possibilidade de adicionar informação sem que se comprometa o normal funcionamento de toda a solução. O formato dos ficheiros XML trocados em toda a solução, deverão ser bem definidos e seguirem uma estrutura fixa, como se demonstrará no capítulo seguinte.

O ficheiro PDF permite exibir toda a informação associada a um perfil de uma maneira formatada e intuitiva. Com este ficheiro é possível visualizar de forma imediata toda a informação, bem como partilhá-la por correio eletrónico ou imprimindo-a.

Além de utilizar os formatos XML e PDF, serão também usadas mensagens de texto SMS. O conteúdo destas mensagens deverá ser curto e preciso, permitindo perceber rapidamente a anomalia. Não será necessário que a solução registre as mensagens SMS enviadas, pois todo o seu conteúdo deverá estar presente nos restantes ficheiros partilhados entre os três sistemas constituintes da solução.

O serviço SMS é dos que tem maior cobertura em todo o mundo. Esta característica permite com que uma mensagem enviada será, praticamente, sempre recebida. Por outro lado, este serviço de envio de mensagens de texto funcionará mesmo em situações de sinal fraco ou que esteja temporariamente indisponível.



## Capítulo 4

# Implementação

Tendo em conta as tecnologias atuais, é possível implementar ambas as variantes da solução e respeitar os requisitos discriminados nos capítulos anteriores. Neste capítulo será e demonstrado a forma como os sistemas constituintes da solução (AMapp, AM e AMonline) foram concebidos, bem como será discriminado as funcionalidades disponibilizadas. Para uma melhor compreensão das arquiteturas, é usada a seguinte simbologia:

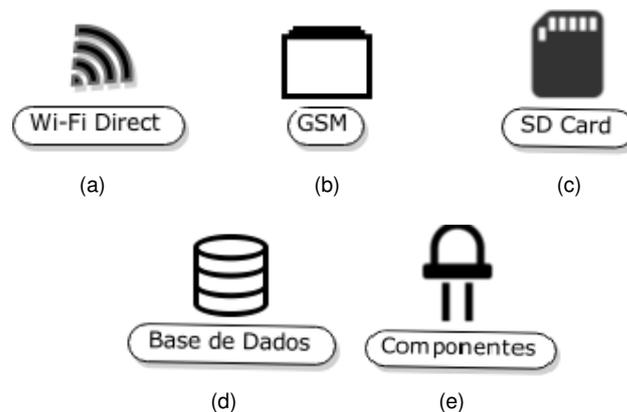


Figura 4.1: Simbologia da solução. (a) Módulo Wi-Fi Direct. (b) Módulo GSM. (c) Cartão de memória. (d) Base de Dados (memória interna do smatphone). (e) Led, trinco, relógio, coluna sonora e outros internos da AM.

Devemos destacar que os sistemas não foram totalmente implementados, necessitando assim de recorrer a simulações de algumas funcionalidades. Esta necessidade de simulações deve-se a limitações de hardware disponível para a realização da presente tese. Apesar destas limitações, foi implementada a variante da solução com acesso permanente à Internet, apresentada no capítulo anterior.

### 4.1 AMapp - Aplicação para Dispositivo Android

Tal como indicado ao longo de todo este trabalho, esta aplicação destina-se a *smartphones* ou *tablets* com sistema operativo Android. De forma mais concreta, a aplicação foi desenvolvida para Android tendo como

versão mínima Jelly Bean (API versão 16) e Lollipop (API versão 21) como versão máxima. Esta escolha permite que a aplicação corra em 86,8% (ver apêndice A.1) dos *smartphones* Android.

#### 4.1.1 Arquitetura AMapp

Para a conceção da aplicação AMapp foi seguido uma arquitetura em camadas. Devido aos requisitos previamente definidos para esta aplicação e devido às características da arquitetura em camadas, é possível substituir uma determinada camada, e funcionalidades associadas, por outras com papel semelhante sem a necessidade de grandes alterações ao nível arquitetura global da aplicação. As camadas usadas no desenvolvimento da AMapp são: Apresentação, Negócio, Serviços e Dados.



Figura 4.2: Arquitetura da aplicação AMapp.

##### Camada de Apresentação

Camada responsável pela forma como a informação é representada ao utilizador. De forma mais concreta, esta camada tem como função disponibilizar uma representação gráfica da informação, ou seja, a forma como esta é mostrada no ecrã do *smartphone* ou *tablet*. A informação disponibilizada nesta camada pode ser classificada em dois tipos:

- **Executar funções:** Informação é exibida de modo a auxiliar o utilizador a executar uma determinada funcionalidade;
- **Exibir conteúdo:** Exibe a informação recolhida e processada, relativa ao estado de saúde da pessoa assistida.

A maioria da informação presente na AMapp é representada em forma textual. Todos os componentes desta camada seguem o estilo gráfico de um dos pacotes de temas disponibilizados pela ferramenta de desenvolvimento Android (Android SDK), nomeadamente o tema Light com DarkActionBar. Esta escolha assegura que a informação presente na aplicação, seja disponibilizada da mesma forma independentemente do dispositivo Android utilizado para executar a aplicação.

## **Camada de Negócio**

Esta camada é responsável pelas funções e regras específicas do negócio. Estas regras e funções são traduzidas em funcionalidades, sendo disponibilizadas ao utilizador. Cada funcionalidade é composta por um ou mais serviços. As funcionalidades presentes na aplicação serão apresentadas na próxima subsecção.

## **Camada de Serviços**

Nesta arquitetura entendemos serviços como funcionalidades específicas, simples e com âmbito reduzido. O objetivo é permitir agrupar serviços diferentes de modo a construir funcionalidades complexas. Por outro lado, esta abordagem facilita o desenvolvimento de novas funcionalidades.

Nesta camada encontra-se um conjunto de funções para a manipulação dos módulos de comunicação Wi-Fi Direct e GSM. Todas estas funções foram organizada numa subcamada denominada Canal de Comunicação. Com esta decisão é possível não só comunicar com o AM ou AMonline, bem como permite adicionar novos canais de comunicação de modo a que seja possível integrar a presente solução com outros sistemas.

Na conceção desta camada de serviços não foi necessário desenvolver todos os serviços utilizados para a manipulação dos canais de comunicação. Este fato deve-se ao nível de abstração e ferramentas disponibilizadas pelo Android SDK, disponibilizando serviços que permitem manipular estes componentes através da invocação de métodos simples. De forma direta: a integração entre o a aplicação AMapp e os componentes do *smartphone* é gerida maioritariamente pelo sistema operativo Android.

## **Camada de Dados**

Esta camada é definida como sendo a responsável pelo armazenamento e persistência de informação. Para a conceção desta aplicação foram utilizados um cartão de memória (*SD card*) para armazenar ficheiros e a memória interna do *smartphone* para alojar a base de dados (SQLite).

Similar ao que acontece com a camada anterior, existem ferramentas que permitem a manipulação destes componentes de memória, principalmente para o acesso (leitura e escrita) ao cartão de memória. Relativamente à base de dados, foi apenas necessário definir as tabelas e respetivas funções CRUD (Create, Read, Update and Delete - criar, ler, atualizar e eliminar, respetivamente) para a sua manipulação. Toda a gestão de memória usada, para criação e manipulação da base de dados, foi realizada pelo sistema operativo.

A AMapp recebe, cria e partilha ficheiros no formato XML. Para a manipulação deste tipo de ficheiros foi usada a biblioteca Jdom 2.0.5. Por fim, a aplicação também gera ficheiros PDF com todo o historial associado ao perfil em causa. Para tal foi usada a biblioteca itext-pdf 5.5.5.

### **4.1.2 Funcionalidades**

As funcionalidades presentes na AMapp permitem demonstrar o potencial da aplicação. Será possível adicionar novas funcionalidades à aplicação, bem como novos campos de dados às funcionalidades atual-

mente implementadas. Esta adição é possível devido à forma como a aplicação se encontra estruturada, permitindo que sejam desenvolvidas e implementadas novas funcionalidades através da replicação das que estão atualmente implementadas.

### Aceder à aplicação

Para que seja possível usufruir das funcionalidades da aplicação AMAap, é necessário autenticar-se perante o perfil da pessoa a assistir. Sempre que se inicia a aplicação AMapp, o seu utilizador é remetido para um menu de autenticação. Nesse menu apenas é possível realizar duas operações: autenticar um perfil existente ou a criação de um novo perfil.



Figura 4.3: Menus de autenticação. (a) Menu inicial. (b) Menu Criar novo perfil.

Caso se pretenda criar um novo perfil, pressionando o botão Criar, o utilizador é remetido para um menu onde deverá inserir as seguintes informações: nome da pessoa a monitorizar e respetiva data de nascimento, palavra-passe para autenticação do perfil, código do armário AM a que esse perfil ficará associado e considerações de saúde relevantes. É de importância destacar que é possível adicionar mais campos de forma a complementar a informação sobre a pessoa assistida. Após o preenchimento destes campos deverá carregar em Guardar. A qualquer momento o utilizador poderá abortar a ação pressionando o botão Voltar.

Tendo um perfil criado, para aceder às funcionalidades da AMapp, basta selecionar o perfil desejado da lista de perfis, introduzir a palavra-passe respetiva e pressionar o botão Ligar. Uma mensagem de erro será exibida caso a palavra-passe esteja errada, caso contrário, o utilizador da aplicação será remetido para o menu principal onde poderá executar todas as funcionalidades disponíveis na AMapp.

## Definir e enviar configurações

Esta funcionalidade foi concebida de modo a interagir diretamente com o AM para realizar a sua configuração. Neste menu é possível visualizar a configuração presente no AM ou definir e enviar uma nova configuração.

Com a opção Visualizar a configuração presente no AM, é possível visualizar o estado de cada compartimento, nomeadamente se este está vazio ou com conteúdo. Caso esteja com conteúdo, será mostrado a medicação respetiva.

Caso se pretenda definir e enviar uma nova configuração, será exibido um menu onde se deve: selecionar o compartimento a configurar; se este estará ou não vazio (por predefinição estará vazio até que alguma campo do menu seja alterado); selecionar a data e hora da administração da medicação; indicar se é necessário ser notificado em caso de medicação importante não ser administrada; tempo de tolerância de tomada de medicação; uma breve indicação sobre a quantidade e tipo de medicamentos presentes na medicação. A qualquer momento é possível retroceder para o menu anterior, pressionando o botão Voltar. Após preenchidos os campos em cima descritos, é necessário Guardar as alterações, podendo assim prosseguir com a configuração de outros compartimentos.

The screenshot shows a mobile application interface titled "Definir configuração". The settings are as follows:

- Compartimento: 3 (dropdown menu)
- Vazio? (toggle switch, currently off)
- Caso não seja vazio, seleccione:
- Data: 2015/02/27 (ALTERAR button)
- Hora: 8:35 (ALTERAR button)
- Em caso de falha notificar? (toggle switch, currently on)
- Tolerância (min): 5 (dropdown menu)
- Medicamentos: 2x Doxepina, 1x Pentazocina, 2x Ticlopidina

At the bottom, there are three buttons: VOLTAR, GUARDAR, and ENVIAR.

Figura 4.4: Menu Enviar nova configuração

Após finalizada a configuração de todos os compartimentos do AM, é possível enviar essa configuração. Ao selecionar a opção Enviar, o utilizador será remetido para um menu onde é mostrada a configuração a enviar, isto é, é exibido uma lista que discrimina a configuração para todos os compartimentos do AM com a respetiva medicação e horário de tomada. Caso exista alguma inconsistência na configuração feita, é possível Voltar ao menu anterior e corrigir, caso contrário basta pressionar o botão Enviar. Após pressionado o botão Enviar, o utilizador é remetido para um menu que contém uma mensagem de aviso. De forma simplificada, o aviso indica que é o último passo antes da configuração ser enviada e que é necessário estar próximo do AM pois, quando o AM recebe uma nova configuração, este permite o acesso

ao seu interior para reposição de medicação. Neste período o AM estará num estado de configuração, voltando ao estado normal de funcionamento quando não seja possível aceder ao seu interior.

Após terminado todos estes passos e ser enviada a configuração, a aplicação remete o utilizador para o menu principal, podendo assim aceder a outras funcionalidades.

### **Ver registo de medicação**

Quando se efetua a autenticação com um determinado perfil, toda a informação recolhida pelo AM é enviada, de forma automática, para a AMapp. Toda essa informação é tratada e inserida na base de dados presente no *smartphone*.

Neste menu é permitido visualizar três coleções de informação: medicação tomada, medicação não tomada e tentativas de acesso indevido ao AM. Estas funcionalidades são similares no que toca ao modo de como a informação é representada. Em cada uma é apresentada uma lista que exhibe a data, hora e conteúdo da medicação.

Devemos salientar que, caso uma medicação importante (definida no ato de configuração) não seja administrada, o utilizador da aplicação AMapp será notificado por SMS.

### **Registo da pressão arterial**

A aplicação AMapp permite que seja inseridos dados de forma manual, dando assim poder e autonomia a pessoas sem formação na área de saúde de monitorizar aspetos de saúde da pessoa assistida.

Neste menu é possível inserir valores resultantes de leituras da pressão arterial da pessoa assistida, bem como a sua posterior visualização. A opção de Registrar pressão arterial, remete o utilizador para um menu onde se deverá inserir: data e hora quando foi realizada a leitura e os valores da pressão sistólica e diastólica obtidos.

Outra opção será Ver o histórico da pressão arterial, onde será exibida uma lista que contém todos os registos de medições da pressão arterial (data, hora e valores sistólicos e diastólicos), organizados por ordem cronológica inversa.

### **Registo de observações**

Similar ao Registo de pressão arterial, no menu Registo de notas também é possível inserir informação manualmente. Neste menu é possível inserir informação genérica, difícil de categorizar, como criar notas sobre anomalias físicas (como hematomas), consulta ou exames realizados ou a realizar. Este menu.

Caso se queira criar uma nova nota sobre o estado físico da pessoa assistida é necessário indicar a data e hora quando essa anomalia foi detetada, a zona do corpo, bem como uma pequena descrição complementar. No caso de se querer criar uma nota relativa a uma consulta ou exame, deve-se indicar a data e hora da sua realização, bem como a instituição e resultado obtido.

Outra opção será Ver o histórico de notas, onde será exibida uma lista que contém todas as notas criadas.

Figura 4.5: Menu Registar pressão arterial

### Criação e partilha do histórico de saúde

A aplicação AMapp possui uma funcionalidade que, pegando em todos os dados recolhido, gera um histórico de saúde associado ao perfil autenticado. O principal objetivo da criação do histórico de saúde é a possibilidade de o partilhar com outros sistemas ou pessoas com formação na área de saúde.

Este histórico inclui informação como: perfil da pessoa assistida, toda a medicação tomada e não tomada, leituras da pressão arterial e notas criadas pelo utilizador da AMapp (ver anexo A.2). Todas estas informações foram recolhidas usando as funcionalidades anteriores.

Como dito anteriormente, o principal objetivo desta funcionalidade é a partilha de toda a informação recolhida sobre a pessoa assistida. Quando se gera um histórico de saúde, dois ficheiros são criados: um ficheiro PDF e um ficheiro XML.

O ficheiro PDF apresenta toda a informação recolhida de forma tratada e legível. Este ficheiro PDF poderá ser exibido no próprio *smartphone* ou mesmo partilhado com outras pessoas, por exemplo, usando um serviço de correio eletrónico. O principal objetivo é permitir mostrar de forma imediata todo o histórico a um profissional da área de saúde, permitindo assim uma melhor acompanhamento médico, complementar os cuidados de saúde prestados até à data ou mesmo permitir uma intervenção caso se detete alguma anomalia.

Por outro lado, com a criação do ficheiro XML, é possível partilhar toda a informação com diferentes sistemas. Dada as características do formato XML, diferentes sistemas podem utilizar a informação presente nesse ficheiro, de forma parcial ou total, de modo a complementarem os seus serviços. Estes serviços podem ser, por exemplo, serviços médicos mais avançados para a monitorização de uma pessoa ou mesmo estudos estatísticos usados para o desenvolvimento de novas metodologias de tratamento de doentes.

## 4.2 AM - Armário de Medicamentos

Para este trabalho, devido a restrições de hardware, foi criada uma aplicação que permite simular o comportamento esperado por um AM real. Esta simulação permite que sejam demonstradas as funcionalidades da AMapp. Assim foi criada uma aplicação que irá simular a estimulação dos sensores descritos de modo a mostrar como é que a AMapp reagirá.

No programa simulador desenvolvido o armário possui vários sensores, nomeadamente sensores que verificam se um dado compartimento esta vazio, se foi tentado algum tipo de acesso indevido e se o compartimento foi aberto. Todas estas informações devem ser guardadas para que seja possível transmiti-las à AMapp. Devemos reforçar que, a cada instante, apenas um compartimento estará acessível à pessoa assistida e que esse compartimento possui a medicação exata para tomar numa determinada hora, previamente definida.

### 4.2.1 Arquitetura AM

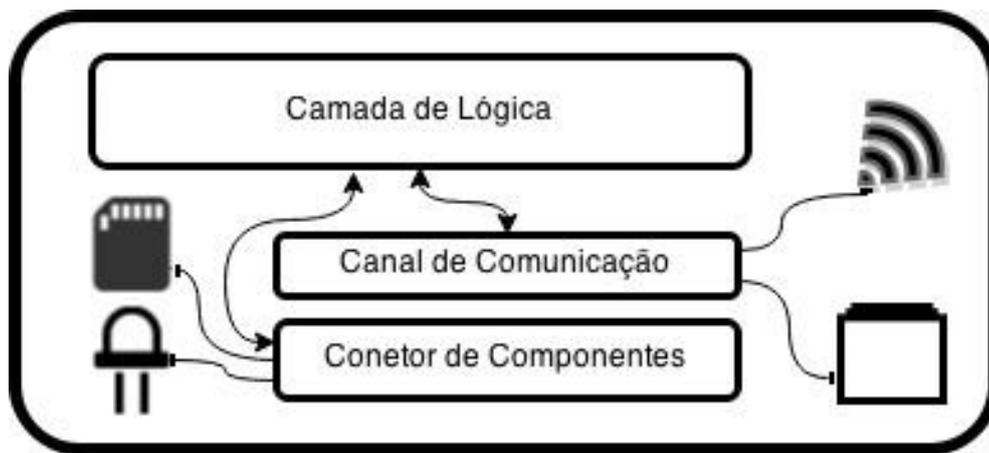


Figura 4.6: Arquitetura dos dispensador AM.

É pretendido que o AM possua uma estrutura semelhante a uma arquitetura em camadas. Estas camadas são:

#### Camada de Lógica

Semelhante à camada de negócio da arquitetura em camadas. Tendo em consideração que o AM foi desenvolvido como uma aplicação protótipo, esta camada além de ser responsável pela forma como a informação será representada ao utilizador, também é responsável pelas pelas funções e regras específicas do negócio. Estas regras e funções são traduzidas em funcionalidades, sendo disponibilizadas ao utilizador. Cada funcionalidade é composta por um ou mais serviços. As funcionalidades presentes nesta aplicação serão apresentadas na próxima subsecção.

Para obter uma conceitualização gráfica do AM, foi usada a biblioteca Java SWT 4.4, permitindo a criação de interfaces simples, mas muito perceptíveis. A informação que é exibida pela aplicação criada

para simular o AM, divide-se em dois grupos: aparência e funcionamento, parte esquerda e direita da aplicação, respetivamente.

O grupo da aparência engloba um conjunto de componentes como leds, compartimento acessível, relógio e um ecrã. Este grupo pretende criar uma representação conceptual do armário, permitindo que sejam efetuadas interações.

O grupo de funcionamento é usado para visualizar o funcionamento interno do AM. Este grupo tem como funcionalidade exibir informação sobre a próxima medicação a tomar, discriminando qual o compartimento a ficar acessível, bem como a data e hora de abertura, indicação do estado do trinco, se o compartimento possui conteúdo e se é possível configurar o AM nesse momento e, por fim, exibe a informação sobre as horas de medicação relativas a toda a medicação presente no AM.

### **Canal de Comunicação**

Esta camada engloba os módulos necessários para comunicar com a AMapp e AMonline, através do Wi-Fi Direct e GSM.

No prototipo desenvolvido, o AM utiliza um servidor intermédio para a partilha de ficheiros. Para efetuar a comunicação com o servidor, é usada a biblioteca JSch 0.1.47. Esta biblioteca permite a ligação segura com um servidor mediante de uma prévia autenticação. O envio de mensagens escritas - SMS - foi simulado, aparecendo apenas a indicação no ecrã do AM.

### **Conector de Componentes**

Em traços gerais, esta camada permite a manipulação de todos os componentes presentes no AM, incluindo o acesso à memória interna e manipulação de ficheiros. Nesta camada, todos os ficheiros encontram-se em formato XML. Para a manipulação deste tipo de ficheiros foi usada a biblioteca Jdom 2.0.5.

Devemos destacar que os componentes do AM descritos nesta solução, foram maioritariamente simulados. É nesta camada que se cria e manipula esses componentes e as suas reações a determinados estímulos.

## **4.2.2 Lógica de implementação**

De modo a compreender como a aplicação que simula o AM foi concebida, é necessário demonstrar esta foi desenvolvida.

### **Apresentação**

O simulador desenvolvido tem com principal preocupação não o seu aspeto visual, mas sim validar as funcionalidades da AMapp. A janela do AM apresenta dois tipos de informação: imagem conceptual do AM e informação sobre o seu funcionamento interno.

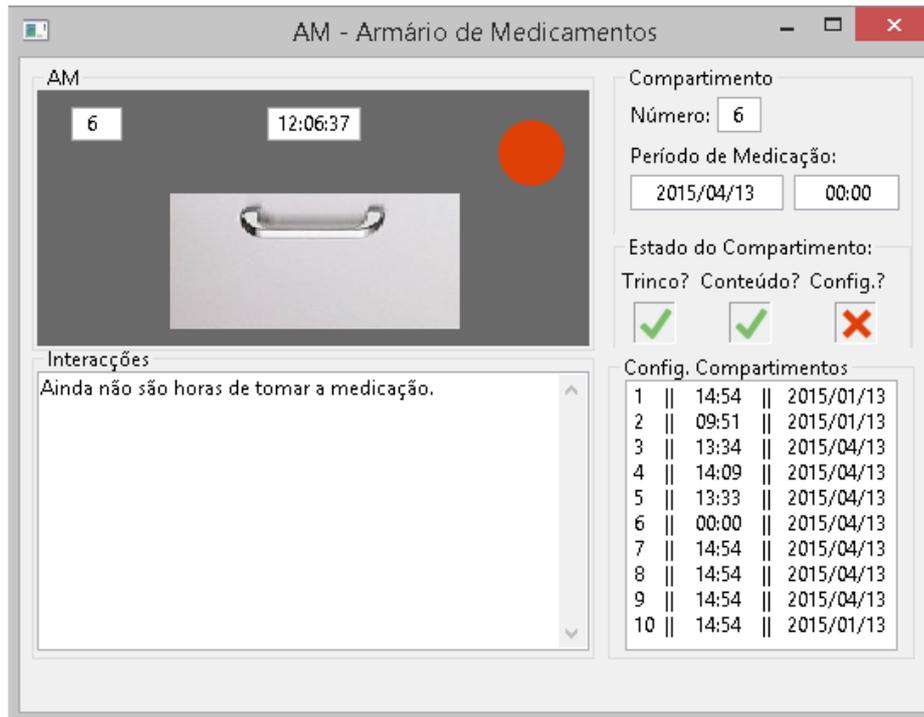


Figura 4.7: Arquitetura dos dispensador AM.

Como se pode visualizar na figura 4.7, do lado esquerdo é apresentada a conceptualização física do AM e do lado direito a informação relativa ao seu funcionamento interno.

### Máquina de estados

Toda a lógica de implementação do AM baseia-se no conceito de máquinas de estado. Este conceito permite com que sejam definidos estados com regras e atributos bem definidos, bem como definir transições entre esses estados.

Para a implementação da aplicação do AM foi implementada uma máquina de estados, como se mostra na figura 4.8. Foi necessário definir cinco estados de modo a simular o comportamento esperado do AM, sendo esses estados:

- **Espera** - Estado que aguarda o período para a tomada de medicação, receção de uma nova configuração ou interação por parte do utilizador;
- **Autorizado** - O AM só estará neste estado quando for o período predefinido para tomar a medicação. Este é o único estado que permite abrir o compartimento;
- **Não Autorizado** - Este estado assinala uma tentativa de acesso indevido ao compartimento;
- **Anomalia** - Neste estado é identificado uma continua tentativa de acesso ao compartimento ou a medicação não foi tomada, seguido de um envio de uma notificação ao responsável pela pessoa assistida;

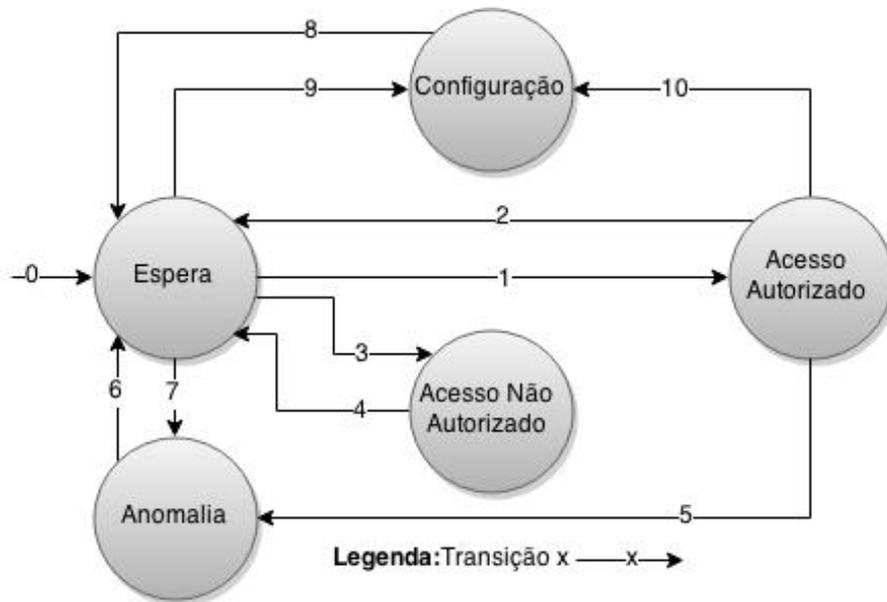


Figura 4.8: Diagrama de estados do AM

- **Configuração** - Único estado que permite o acesso ao interior do AM. Neste estado é recebida uma nova configuração seguido do possível reabastecimento do AM.

### Descrição das transições

De forma a assegurar o bom funcionamento do AM, foi necessário a definição de onze transições. Estas transições permitem com que o AM tenha a reação desejada face a um determinado estímulo.

Tabela 4.1: Tabela de transições de estados do AM.

Transição	Estado de origem	Estado atual	Descrição
0		Espera	Estado inicial. Aguarda configuração.
1	Espera	Acesso Autorizado	Período de tomada de medicação.
2	Acesso Autorizado	Espera	Medicação corretamente tomada.
3	Espera	Acesso Não Autorizado	Tentativa de acesso indevido ao compartimento.
4	Acesso Não Autorizado	Espera	Fim da tentativa de acesso indevido ao compartimento.
5	Acesso Autorizado	Anomalia	Medicação não tomada.
6	Espera	Anomalia	Tentativas de acesso indevido ultrapassou o limite.
7	Anomalia	Espera	Fim do processamento da anomalia.
8	Configuração	Espera	Configuração recebida com sucesso.
9	Espera	Configuração	Recebida nova configuração.
10	Acesso Autorizado	Configuração	Recebida nova configuração.

## Descrição dos componentes

Quando ocorre uma transição, vários elementos constituintes da solução são alterados, como se mostra na tabela seguinte:

Tabela 4.2: Tabela de estados dos componentes do AM.

Transição	Sinal sonoro	Sinal luminoso	Compartimento	Sensor conteúdo	Configurar
0	Não	Azul	Bloqueado	Inativo	Permitido
1	Sim	Verde	Desbloqueado	Ativo	Permitido
2	Não	Azul	Bloqueado	Inativo	Permitido
3	Sim	Vermelho	Bloqueado	Inativo	Negado
4	Não	Azul	Bloqueado	Inativo	Permitido
5	Sim	Laranja	Bloqueado	Inativo	Negado
6	Sim	Laranja	Bloqueado	Inativo	Negado
7	Não	Azul	Bloqueado	Inativo	Permitido
8	Não	Azul	Bloqueado	Inativo	Permitido
9	Sim	Não	Bloqueado	Inativo	Permitido
10	Sim	Não	Bloqueado	Inativo	Permitido

### 4.2.3 Funcionalidades

Antes de ser iniciada a descrição das funcionalidades, é necessário deixar uma pequena nota: as funcionalidades aqui descritas permitem mostrar a potencialidade da criação de um armário eletrónico de medicamentos que se poderá interagir não só com a aplicação AMapp, como também qualquer outro sistemas que receba ficheiros XML.

#### Receber novas configurações

É possível receber novas configurações e reabastecer o AM em qualquer altura, exceto se o armário se encontrar num estado de Acesso Não Autorizado ou num estado de Anomalia.

Quando o AM deteta que recebeu uma nova atualização, este passa para o estado de Configuração. Como é necessário aceder ao interior do AM para reabastecer as doses de medicação, o armário ficará neste estado até que, conceptualmente, o prestador de cuidados de saúde perca o acesso ao interior do armário.

#### Disponibilizar medicação

A funcionalidade principal do AM é disponibilizar medicação apenas em períodos corretos. O AM apenas permite com que seja aberto o compartimento apenas em períodos predefinidos. Devido ao mecanismo interno, sempre que o compartimento esteja desbloqueado, apenas será disponibilizada a dose de medicação correta.

De forma a complementar os mecanismos de controlo da tomada de medicação, também será verificado o conteúdo do compartimento. Esta funcionalidade permite verificar se a medicação foi retirada,

evitando assim casos em que o seu utilizador apenas abriria o compartimento de modo a não seja gerado nenhum alerta.

Por outro lado, quando o AM não se encontra no estado que permita a tomada de medicação, este bloqueia e regista todas as tentativas de acesso.

Todas estas funcionalidades são complementadas com o uso de mecanismos de sinalização.

### **Mecanismos de sinalização**

Como mecanismos de sinalização são usados sinais luminosos e sinais sonoros, como um *led* e uma coluna de som. Estes mecanismos, além de auxiliarem a pessoa assistida na tomada de medicação, representam os estados em que o AM se encontra. De forma concreta, é possível mapear os cinco estados com as cores emitidas pelo sinal luminoso:

- **Azul** – Estado de espera;
- **Verde** – Estado Autorizado;
- **Preto/Desligado** – Estado de Configuração;
- **Vermelho** – Estado Não Autorizado ;
- **Laranja** – Estado de Anomalia (tentativa de acesso continuado e medicação não tomada).

Tal como as cores exibidas pelo *led*, é de esperar que os sinais sonoros também sejam intuitivos. De forma mais concreta, caso o AM: entre no estado Autorizado ou no estado de Configuração é esperado que seja emitido um sinal sonoro de curta duração; caso entre no estado de Anomalia é esperado um sinal sonoro de maior duração; enquanto o AM está no estado Não Autorizado, isto é, enquanto o utilizador esteja a forçar a porta do compartimento, é esperado um sinal sonoro contínuo.

### **Mecanismos de controlo**

O AM estará num modo de espera até que o utilizador tente abrir o compartimento. O acesso a esse compartimento será controlado por um trinco que o bloqueia até que seja possível tomar a medicação. Caso se tente abrir o compartimento num período que não o de tomada de medicação, será detetada e registada uma tentativa de acesso indevido.

Como dito, o trinco desbloqueia-se apenas no período da tomada de medicação, caso a porta do compartimento não seja aberta nesse período, será detetado e registado que a medicação não foi tomada. Além do trinco, o compartimento também terá um sensor de relevo, permitindo assim verificar se a medicação foi realmente tirada. Este sensor permite detetar os casos em que a porta do compartimento é aberta e fechada sem que a medicação seja totalmente retirada.

Caso o número registado de tentativas de acessos indevidos seja maior que o limite de tolerância (três tentativas), expirado o período de tomada de medicação ou caso a medicação não seja retirada do compartimento, caso esteja previamente definido, é enviada uma notificação, por SMS, para a aplicação AMapp que controla esse AM.

## Registo e partilha de informação

Todas as interações efetuadas com o AM são registadas, nomeadamente a medicação tomada, medicação não tomada e tentativas de acesso ao compartimento. Todas estas informações são armazenadas num ficheiro XML, ficheiro este que será posteriormente partilhado a AMapp.

Com esta funcionalidade, além de se controlar a medicação administrada, não existirá informação desperdiçada, podendo esta ser usada por outro sistema ou entidade para melhorar os cuidados de saúde prestados ao utilizado do AM.

## 4.3 AMonline - Portal *Online*

Como o que se pretendia era demonstrar o conceito e ter um protótipo rapidamente operacional e que oferecesse um conjunto simples de funcionalidades, optou-se por uma abordagem que simplificasse o seu desenvolvimento em detrimento do uso de soluções abertas. Por isso optou-se por recorrer à tecnologia da OutSystems, permitindo a criação de interfaces simples, modulares e muito perceptíveis. Apesar desta tecnologia ser proprietária, o que implicada custos adicionais, trás bastantes benefícios. Destes benefícios destaca-se a rapidez de construção e modificação de conteúdo, ferramentas disponibilizadas para manipulação de informação, fortes mecanismos de segurança, bem como permitir adaptar o portal a diferentes tipos de dispositivos que o acedem. Futuramente, e numa versão operacional e completa do portal seriam usadas ferramentas e pacotes *open source* para reduzir custos e fomentar a sua evolução futura em que poderiam ser acrescentados novos módulos funcionais.

### 4.3.1 Apresentação

Portal *online* que permite a visualização do histórico de saúde de uma determinada pessoa, mediante de uma previa autorização, sem que haja problemas de segurança e restrições temporais ou geográficas.



The screenshot shows the AMONLINE portal interface. At the top, there is a header with the logo 'AMONLINE' and the user name 'David Nogueira'. Below the header is a navigation menu with five tabs: 'Perfil', 'Medicação Tomada', 'Medicação Não Tomada', 'Pressão Arterial', and 'Notas'. The 'Medicação Tomada' tab is selected. Below the navigation menu is a table with the following data:

Data	Hora	Medicamentos
27 Feb	08:35	2x Doxepina, 1x Pentazocina, 2x Ticlopidina
27 Feb	10:45	1x Meprobamato, 3x Dipiridamol, 1x Guanetidina
27 Feb	14:45	2x Doxepina, 1x Pentazocina, 2x Ticlopidina

Figura 4.9: Portal AMonline.

### 4.3.2 Funcionalidades

Antes de ser iniciada a descrição das funcionalidades, é necessário destacar que as funcionalidades aqui descritas permitem mostrar a potencialidade da criação de um portal *online* usado para a partilha de informação que se poderá integrar com a aplicação AMapp.

#### Disponibilizar informação

A funcionalidade de disponibilizar informação é o objetivo principal do portal AMonline. Este portal é responsável pela partilha de informação com pessoas previamente autorizadas. Essa informação está disponível a qualquer hora e em qualquer local, necessitando apenas de um *browser* e de uma ligação à Internet.

A informação apresentada no portal consiste numa formatação do histórico de saúde recebido da AMapp, em formato XML. Devemos destacar que a informação disponibilizada no portal *online* contém a mesma informação que o ficheiro PDF gerado pela AMapp, mas com melhor apresentação e acessível em qualquer lugar e a qualquer hora.

#### Atualização em tempo real

A informação disponibilizada pelo AMonline é atualizada em tempo real. De forma mais concreta, sempre que a AMapp gera um histórico de saúde, é criado e enviado um ficheiro XML para um servidor remoto. Nesse servidor remoto está alojado o portal AMonline. Quando este deteta que existe nova informação, processa à atualização e disponibilização de informação.

## 4.4 Ficheiros XML

Como formato principal para a representação de informação foi utilizado XML. Dado a forma como o formato estrutura a informação, será possível adicionar informação extra, mesmo que o sistema atual não a utilize. Assim será possível integrar novos sistemas à solução sem que haja problemas de partilha de informação. Devemos destacar que os sistemas, ao receberem um ficheiro XML, efetuam pesquisas sobre um nó específico.

De modo a ser possível integrar esta solução com outros sistemas, o formato de como a informação será estruturada num ficheiro XML deverá ser bem definido seguindo uma estrutura fixa.

Por outro lado, a estrutura do ficheiro deverá ter em consideração os recursos de cada sistema, nomeadamente o seu poder de processamento. Na solução apresentada na presente tese, o AM é o sistema com menor poder de processamento. Tendo esta consideração, foi decidido que os ficheiros XML que o AM terá de aceder deverão possuir um estrutura o mais simples possível, mantendo todas as funcionalidades pretendidas. Assim foi decidido que o ficheiro de configuração do AM e o ficheiro onde o AM regista as interações com a pessoa assistida, possuirá uma profundidade máxima de dois níveis. A raiz identificará o tipo de ficheiro, os nós do primeiro nível representará o contexto, como a dose de medicação, sinalizar

que a mediação foi tomada ou que existiu uma tentativa de acesso indevido. Os nós do segundo nível são usados para caracterizar o nó pai respetivo, discriminando, por exemplo, a data, hora e descrição de uma medicação administrada.

Além destes dois tipos de ficheiros, existe também um ficheiro que compila toda a informação associada a um determinado perfil. Em seguida são descritos e exibidos excerto desses ficheiros.

#### 4.4.1 Configuração do AM

O ficheiro de configuração do AM, gerado pela AMapp, possui uma estrutura muito simples e direta, como se verifica no excerto exibido de seguida.

Listing 4.1: Ficheiro de configuração do AM

```
1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
2 <configuration>
3   <tray_content tray_number="1">
4     <date>2015/02/27</date>
5     <hour>08:35</hour>
6     <notification>yes</notification>
7     <period>15</period>
8     <description>2x Doxepina , 1x Pentazocina , 2x Ticlopidina</description>
9   </tray_content>
10  <tray_content tray_number="3">
11    <date>2015/02/27</date>
12    <hour>14:45</hour>
13    <notification>yes</notification>
14    <period>30</period>
15    <description>2x Doxepina , 1x Pentazocina , 2x Ticlopidina</description>
16  </tray_content>
17  <!-- Similar para as restantes doses -->
18 </configuration>
```

A cada dose de medicação é associado um número, iniciado pelo identificador (atributo) *tray\_number*. Este número permite com que o AM consiga selecionar a medicação correta. Para cada *tray\_content* é fornecido informação sobre a hora, data e constituição da medicação a tomar. Além desta informação, também é indicado o período que a pessoa assistida tem para tomar essa medicação e se é necessário, caso a variante da solução permita, alertar o responsável pela pessoa assistida para uma ocorrência de uma medicação importante não administra.

#### 4.4.2 Registo de Interações com o AM

Sempre que uma pessoa assistida interage com o AM, este efetua o registo desse acontecimento. Neste registo é discriminado o tipo de interação, bem como informação que permita descrevê-la. Na solução desenvolvida apenas existem três tipos de interações possíveis com o AM: medicação tomada, medicação não tomada (tempo expirado) e tentativa de acesso indevido (violação).

Listing 4.2: Ficheiro das interações registadas pelo AM

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no"?>
2 <interactions>
3   <medication_taken>
4     <date>2015/02/27</date>
5     <hour>08:36</hour>
6     <description>2x Doxepina, 1x Pentazocina, 2x Ticlopidina</description>
7   </medication_taken>
8   <timeExpired>
9     <date>2015/02/27</date>
10    <hour>14:45</hour>
11    <description>2x Doxepina, 1x Pentazocina, 2x Ticlopidina</description>
12  </timeExpired>
13  <attempted_violation>
14    <date>2010/02/10</date>
15    <hour>16:10</hour>
16    <description>Tentativa de acesso continuada</description>
17  </attempted_violation>
18 </interactions>

```

De forma permitir que se siga uma estrutura fixa mas que ao mesmo tempo permita recolher toda a informação necessária, para cada interação detetada será preenchido três campos. Estes campos consistem na data e hora em que a interação foi detetada, bem como uma pequena descrição da interação, como por exemplo qual a medicação administrada. Devemos destacar que em caso de não ser administrada a medicação, a hora registada neste ficheiro será relativa à hora de abertura do compartimento e não após expirado o período de tomada de medicação.

### 4.4.3 Histórico de Saúde gerado pela AMapp

Neste ficheiro está contida toda a informação resultante da monitorização de saúde associada a um determinado perfil. Aqui será possível encontrar diversas informações como: detalhes pessoais sobre a pessoa assistida, toda a medicação tomada e não tomada, tentativas de acesso indevido, registos de pressão arterial, bem como notas registadas.

Listing 4.3: Histórico de saúde gerado pela AMapp

```

1 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
2 <info>
3   <profile id="1">
4     <details>
5       <name>David Nogueira</name>
6       <birthday>1990/12/20</birthday>
7       <considerations>hipertensao, problemas respiratorios.</considerations>
8     </details>
9     <medicationTaken>
10      <date>2015/02/27
11      <hour>08:35

```

```

12         <description>2x Doxepina , 1x Pentazocina , 2x Ticlopidina</description>
13     </hour>
14 </date>
15 </medicationTaken>
16 <timeExpired>
17     <date>2015/02/26
18     <hour>14:45
19         <description>2x Doxepina , 1x Pentazocina , 2x Ticlopidina</description>
20     </hour>
21 </date>
22 </timeExpired>
23 <pressure>
24     <date>2015/02/26
25     <hour>15:30
26         <sistolica>120</sistolica>
27         <diastolica>85</diastolica>
28     </hour>
29 </date>
30 </pressure>
31 <notes>
32     <date>2015/02/27
33     <hour>17:00
34         <category>Exame</category>
35         <local>Santa Maria Lisboa</local>
36         <description>radiografia ao femur direito</description>
37     </hour>
38 </date>
39 </notes>
40 </profile>
41 <!-- replicar para novos perfis-->
42 </info>

```

A forma de como a informação é estruturada difere dos outros ficheiros anteriormente apresentados. Esta decisão deve-se, principalmente, ao fato de facilitar a gestão de vários perfis, bem como a aplicação de algoritmos de pesquisa.

A cada perfil (*profile*) é associado um identificador que permite a separação de informação de pessoas diferentes, facilitar o registo de informação associada a uma determinada pessoa e uma fácil associação de informação entre diferentes sistemas. Cada perfil possui quatro nós filho de forma a agrupar: a informação pessoal (*details*), a medicação tomada (*medicationTaken*) e não tomada (*timeExpired*), registos de pressão arterial (*pressure*) e observações relevantes (*notes*).

A informação encontra-se encadeada, por exemplo, o nó que indica toda a medicação tomada possui apenas nós filho do tipo data, associada a cada nó data estará associado apenas nós do tipo hora e assim sucessivamente, como se pode visualizar no excerto do Histórico de saúde gerado. Esta estrutura agrupa informação relacionada, possibilitando efetuar pesquisas mais simples como, por exemplo, saber quantas doses de medicação uma pessoa tomou num determinado dia.

Dada a forma de como se estruturou a informação, é possível adicionar novas funcionalidades à AMapp sem que se comprometa a informação existente. Em termos de estrutura do ficheiro XML, uma nova funcionalidade implicará um novo nó filho associado a todos os perfis.



## Capítulo 5

# Resultados

No sentido de avaliar o interesse e as funcionalidades da aplicação desenvolvida, foi realizado um inquérito a um conjunto diversificado de pessoas.

O inquérito realizado é constituído por quatro secções, sendo a primeira utilizada para caracterizar o inquirido. As restantes secções visam avaliar o interesse por um sistema com as capacidades desenvolvidas na presente tese e avaliar o interesse pelas funcionalidades oferecidas. As perguntas, efetuadas ao longo de cada secção, foram dirigidas de forma a perceber se o utilizador usaria esse sistema, bem como quais as funcionalidades esperadas pelo mesmo. Com esta estratégia foi possível perceber e comparar o que o público-alvo pretendia com a solução desenvolvida, permitindo assim validar o trabalho elaborado.

Este inquérito (anexo A.3) foi realizado em Abril do presente ano, partilhado nas redes sociais Facebook, Twitter e Google+, obtendo um total de 122 respostas.

De seguida será descrito como o inquérito foi elaborado, nomeadamente a sua estrutura, seguido de uma análise às respostas obtidas.

### 5.1 Estrutura do Inquérito

O inquérito realizado está estruturado em quatro secções:

- **Caracterizar a pessoa inquirida:** Mantendo o anonimato, esta primeira parte pretendia conhecer um pouco o inquirido, sendo obtidas informações como a idade, o sexo e alguns hábitos de controlo de saúde efetuados pelo inquirido;
- **Controlo de saúde:** O objetivo desta secção foi verificar o quanto o inquirido está recetivo ao uso de novas tecnologias, mais concretamente ao uso de uma aplicação para *smartphones*, AMapp, para controlo da sua saúde ou da saúde um familiar;
- **Tomada de medicamentos:** Nesta secção do questionário foi-nos permitido conhecer a forma como os inquiridos administram a sua medicação ou a de um familiar. Foi questionado a forma e local onde os inquiridos fazem essa administração, terminando na possibilidade de estes usarem um dispensador eletrónico, o AM, para auxílio dessa administração de medicação;

- **Partilha de informação:** Por fim, foi possível conhecer o nível de aceitação dos inquiridos face à possibilidade de existir uma plataforma, AMonline, onde poderiam consultar informações relativas à sua saúde ou à de um familiar, bem como a possibilidade de partilhar essas informações com profissionais de saúde ou entidades que promovem investigação na área da saúde.

## 5.2 Análise dos Resultados Obtidos

Nesta secção, para cada parte do inquérito, serão exibidos e analisados os resultados obtidos, sendo dado maior ênfase aos resultados mais relevantes. Entende-se como relevantes os resultados que suportam, quer de forma positiva ou negativa, a solução desenvolvida na presente tese.

Associado a cada gráfico será exibido um conjunto de informação na forma de tuplo: resposta selecionada; o número de inquiridos, em negrito, que selecionaram essa resposta e percentagem relativa à resposta selecionada.

### 5.2.1 Caracterizar a pessoa inquirida

Os 122 inquiridos possuem uma média de idade de 28 anos. A maioria é do sexo feminino (63.1%) e controla regularmente a sua saúde (72.1%). Verificou-se que as formas de controlo de saúde que os inquiridos mais utilizam são análises ao sangue e urina (65.6%), massa corporal (60.7%), seguida de consultas médicas (59.8%) e o controlo da alimentação (55.7%).

#### Questão: Quando efetua um controlo de saúde, o que faz aos resultados?

Os resultados obtidos com a realização desta pergunta permitiu-nos chegar a uma conclusão: existe uma preocupação em guardar todos os registos de monitorização de saúde (58.2%), bem como existe alguma preocupação em organizá-los (22.1%).

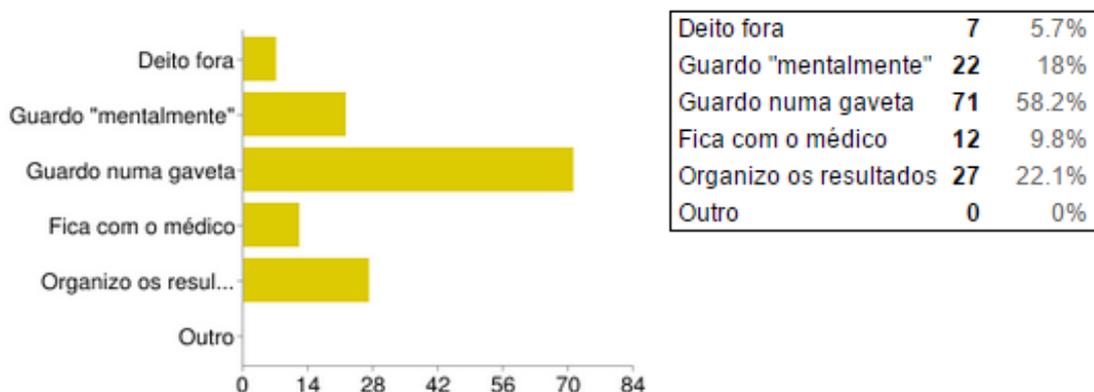


Figura 5.1: Resultados obtidos face à pergunta "Quando efetua um controlo de saúde, o que faz aos resultados?".

Estes resultados são bastante positivos, pois verifica-se que existe uma necessidade inerente de um

mecanismo de processamento e armazenamento de informação, resultante das atividades realizadas de monitorização de saúde. Tal como descrito nos requisitos previamente definidos, a solução desenvolvida na presente tese possibilita satisfazer esta necessidade.

## 5.2.2 Controlo de saúde

Como seria de esperar, a maioria dos inquiridos possui um *smartphone* (96.4%) com sistema operativo Android (73.7%). A maioria acha bastante útil e necessária uma aplicação que recolha toda a informação sobre o controlo de saúde efetuado (96.7%), bem como a partilha dessa informação com um profissional de saúde (96.7%) ou mesmo com outras entidades (79.5%).

### Questão: Usaria uma aplicação para *smartphone* que permitiria registar o controlo de saúde?

Ao questionar sobre a possibilidade da utilização de uma aplicação que permitisse monitorizar certos aspetos de saúde, verificou-se que a maioria dos inquiridos usaria essa aplicação, quer para sua monitorização pessoal, como também para a monitorização de um familiar.

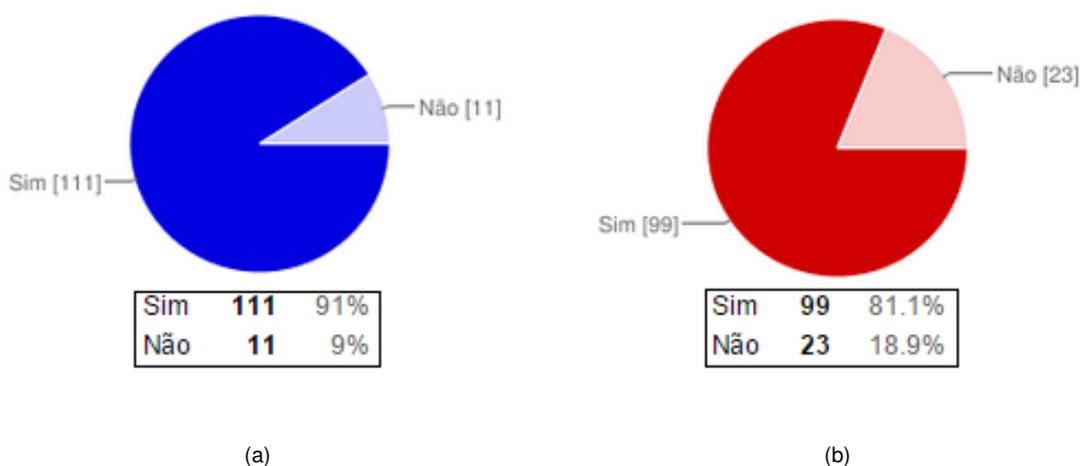


Figura 5.2: Resultados obtidos face às perguntas: (a) "Usaria uma aplicação para *smartphone* para monitorizar a sua própria saúde?". (b) "Usaria esta aplicação para fazer a monitorização da saúde de um familiar seu?".

Tendo em consideração as respostas obtidas na primeira secção do inquérito, sobre as formas de controlo de saúde que atualmente os inquiridos mais utilizam, foi feita a mesma questão mas utilizando um dispositivo móvel para fazer o registo dos valores. Com os resultados obtidos verificou-se um aumento geral no número de formas de controlos de saúde que os inquiridos passariam a realizar, destacando-se as análises sanguíneas (72.7%), consultas médicas (71.9%), seguida da massa corporal (70.2%) e controlo da alimentação (60.3%)

Relativamente ao controlo da saúde de um familiar usando uma aplicação para *smartphone*, verificou-se uma aceitação bastante elevada. As formas de controlo de saúde que os inquiridos mais utilizariam

nesta questão seriam: consultas médicas (83.3%), análises (74.6%), seguido da medição da pressão arterial (66.7%) e por fim a administração de medicamentos (62.3%).

### 5.2.3 Tomada de medicamentos

Com o questionário conseguimos verificar a que maioria dos inquiridos apenas toma algum tipo de medicação em caso de doença (59.8%). Verificámos ainda que existe uma percentagem reduzida de pessoas que tomam suplementos alimentares de forma regular (22.1%). Apesar da diferença de regularidade que os inquiridos administração a sua medicação, verificou-se que quase todos (95.7%) tomam a medicação em suas casas.

#### Questão: Usaria um dispositivo eletrónico para armazenamento e distribuição de medicação?

Os inquiridos foram questionados sobre a possibilidade de utilizarem um dispensador eletrónico de medicação, revelando-se pouco recetivos à ideia de utilizarem esse dispensador. No entanto verificou-se que a maioria dos inquiridos (92.6%) possuem familiares que tomam medicação, e desses inquiridos, a maioria controla ou gostaria de controlar a medicação tomada por familiares seus (68.8%).

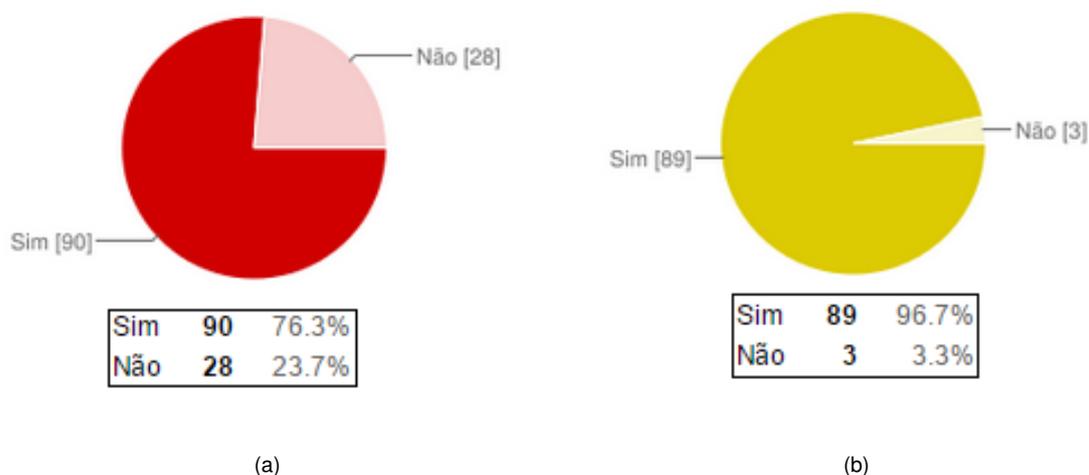


Figura 5.3: Resultados obtidos face às perguntas: (a) "Usaria um dispositivo eletrónico para armazenamento e distribuição de medicação que controlasse a tomada de medicação de familiares seus?". (b) "Gostaria de ser notificado caso fosse detetada alguma situação anómala?".

Como podemos verificar pela figura 5.3, dos inquiridos que usariam um dispensador eletrónico para controlo da medicação de um familiar seu, quase todos eles gostariam de ser notificados, para o seu *smartphone*, em caso de deteção de alguma anomalia. Estes resultados são bastante positivos, pois verifica-se que os inquiridos pretendem controlar a saúde de familiares, bem como gostariam de ter uma forma que permitisse uma ação rápida caso sejam detetadas anomalias. Dado os requisitos e a forma como foi implementada a solução apresentada na presente tese, é possível satisfazer estas necessidades.

### Questão: Qual seria a frequência ideal abastecimento de um dispensador eletrônico de medicação?

Nesta questão o inquirido foi colocado no seguinte cenário: O inquirido controlava a tomada de medicação de um familiar através do uso de um dispensador eletrônico de medicação. Este dispensador possui as funcionalidades disponibilizadas pelo AM.



Figura 5.4: Resultados obtidos face à pergunta "Suponha que ajudava a controlar a medicação de um familiar seu através do dispositivo eletrônico descrito anteriormente (AM). De modo a ter sempre medicação disponível é necessário um reabastecimento regular do dispositivo. Qual seria a frequência ideal?".

Tal como se verifica na figura 5.4, a frequência ideal para reposição é semanalmente. Esta informação será bastante relevante para a conceção física de um AM.

Dado que o o AM implementado é uma aplicação concebida segundo uma arquitetura modular que simula um verdadeiro, é possível que seja facilmente modificada de forma a satisfazer este requisito, sem que se comprometa as funcionalidades de toda a solução.

#### 5.2.4 Partilha de informação

Para finalizar, foi colocada a questão sobre a possibilidade de utilizar dispositivos pessoais para visualização e cedência a entidades de saúde ou investigação dessas informações, de forma confidencial e que não seja cedida sem consentimento da pessoa, sobre os controlos de saúde previamente efetuados e registados. Podemos adiantar que os resultados obtidos foram bastante satisfatórios.

### Questão: Gostaria de aceder a históricos de saúde através de um dispositivo pessoal?

Com a realização deste questionário conseguimos detetar uma enorme necessidade, por parte dos inquiridos, de um repositório constituído por históricos de saúde pessoais. Com as respostas obtidas verificámos que quase todos os inquiridos acham bastante interessante existir um repositório, que não só contém todo o seu histórico de saúde (98.4%), como também o histórico de saúde de um familiar (96.7%)

Além se ter sido identificada a necessidade de um repositório de informação, verificou-se que se deverá ser possível aceder a esse mesmo repositório através de um dispositivo móvel ou computador pessoal. Estes resultados são bastante positivos pois a solução desenvolvida na presente tese possibilita satisfazer esta necessidade.

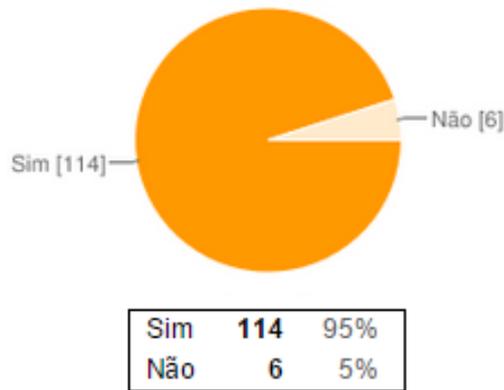


Figura 5.5: Resultados obtidos face à pergunta "Gostaria de aceder a essa informação (históricos de saúde) através de um dispositivo móvel ou computador pessoal?".

### Questão: Cederia o seu histórico de saúde ou o de um familiar?

Para finalizar o inquérito, foi questionado a hipótese de ceder o seu histórico de saúde, bem com o histórico de saúde de um familiar.

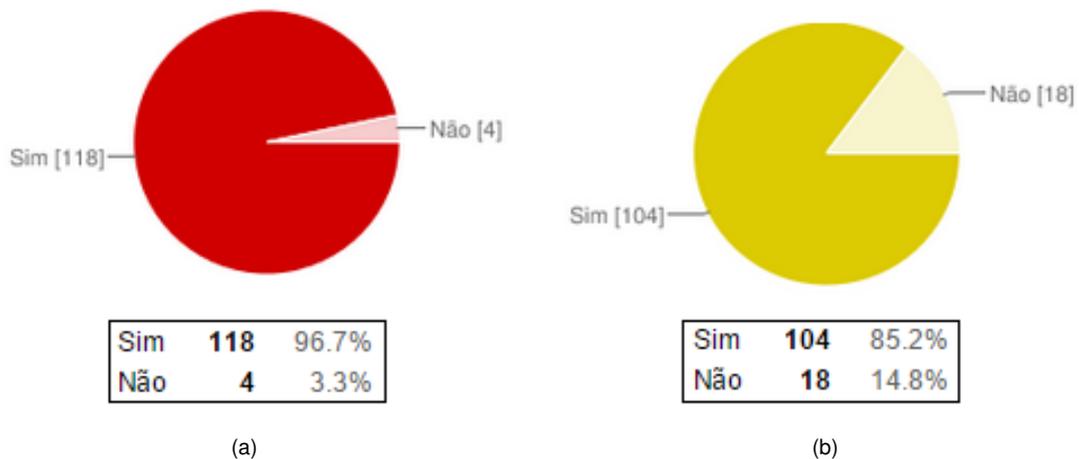


Figura 5.6: Resultados obtidos face às perguntas: (a) "Cederia esse histórico (pessoal ou de um familiar) a um profissional de saúde de modo a complementar o diagnóstico ou detectar alguma anomalia?". (b) "Cederia esse histórico (pessoal ou de um familiar) a instituições de investigação?".

Com os resultados obtidos verificámos que a maioria dos inquiridos cederia toda a informação recolhida a profissionais de saúde e a instituições de investigação. Achemos a disponibilidade para partilha de informação como um ponto positivo, pois é um dos requisitos da aplicação desenvolvida.

## 5.3 Balanço final

Com as respostas obtidas na realização deste inquérito foi-nos possível chegar a várias conclusões.

Apesar de um grande número de inquiridos, devido ao método usado, não foi possível controlar a idade de quem respondia. Assim verificamos que a média de idades foi ligeiramente inferior à esperada, no

entanto, conseguimos concluir que estes inquiridos possuem a necessidade de utilização de uma solução para monitorizar a sua própria saúde ou de familiar.

Foi-nos permitido descobrir quais as suas principais necessidades. Com estes dados, será possível complementar as funcionalidades disponibilizadas na solução atual.

Além das funcionalidades desejadas, foi possível perceber que uma das principais utilizações que os inquiridos dariam à solução seria para partilha de informação, com foco na disponibilização desta com profissionais de saúde.

Verificou-se que existe uma aceitação quase unânime da solução desenvolvida com a presente tese. Foi possível identificar o interesse em controlar medicação de familiar, ter um registo detalhado do que é e quando é tomado, permitir maior controlo e ajuste de terapêuticas, conhecer os hábitos de monitorização de saúde da pessoa inquirida e evitar casos de esquecimento na toma de uma determinada medicação. Com os dados obtidos podemos concluir que a solução desenvolvida está de acordo com as necessidades do utilizador, e também está preparada para futuras necessidades.



## Capítulo 6

# Conclusão

Associado ao envelhecimento da população, observam-se cada vez mais casos de pessoas com perda de memória, bem como o aumento da necessidade de tomar medicamentos. Derivado destes problemas surgiu a ideia de desenvolver uma solução integrada que permitisse controlar a tomada de medicamentos, a gestão da prestação de outros cuidados e a criação e manutenção de um histórico de saúde

Com este trabalho, foi desenvolvida uma aplicação móvel para Android - AMapp - que permite a configuração de um Armário de Medicamentos (AM) e o registo manual de cuidados de saúde prestados ou outras ocorrências. Dado não estar disponível um AM real, com as características desejadas, foi desenvolvida uma aplicação que simula o seu funcionamento e permitiu o teste e validação das interações com a AMapp. Por último, foi desenvolvida uma versão simplificada de um portal - AMonline - que gere os históricos de saúde de várias pessoas e permite que os seus familiares ou cuidadores possam ter acesso a ocorrências relevantes como, por exemplo, a não tomada de uma medicação importante.

Durante a realização deste trabalho foram feitas pesquisas sobre sistemas semelhantes. No entanto, não foi encontrado nenhum com as características pretendidas. Os sistemas semelhantes mostraram ser soluções parciais, proprietárias e com formatos de dados fechados, o que impede a partilha de informação ou o desenvolvimento de aplicações complementares.

De modo a poder satisfazer um leque diversificado de pessoas e de situações, a solução desenvolvida permite implementar três variantes para o sistema. A primeira variante assume que o AM não possui um acesso permanente à Internet, delegando a responsabilidade total à AMapp da recolha e partilha de informação. Na segunda variante considera-se que o AM dispõe, adicionalmente, de um módulo de comunicação móvel celular, permitindo o envio de mensagens SMS notificando para situações consideradas relevantes. A terceira variante assume que o AM possui um acesso permanente à Internet, o que permitirá alertar para situações anómalas sem ser necessário que o AM inclua um módulo GSM.

Para a partilha de informação optou-se pelo uso dos formatos XML, PDF e, de forma opcional, mensagens SMS. Dadas as características do formato XML é possível partilhar informação entre diferentes sistemas sem que hajam problemas de compatibilidade. O formato PDF foi escolhido por facilitar a visualização, impressão ou envio por correio eletrónico. Com o uso de mensagens SMS, será possível que o utilizador da AMapp receba notificações, independentemente da sua localização ou de não possuir um acesso à

Internet.

A solução foi testada e mostrou ser funcional, cumprindo os requisitos que haviam sido definidos. Na aplicação AMapp apenas foram implementadas algumas funções e capacidades de registo mas, dada a forma de como a aplicação foi estruturada, facilmente se poderá acrescentar mais. A aplicação que simula o AM mostrou-se uma peça vital para testar e verificar o funcionamento global da solução. Com esta simulação do AM foi possível mostrar que é possível controlar a medicação tomada de forma mais rigorosa, bem como registar todas as interações com o armário. A versão simplificada do AMonline permitiu mostrar as vantagens que este oferece, como a disponibilização de informação, tratamento e agregação de dados de forma a descobrir padrões.

Junto do público-alvo conseguimos validar esta solução, obtendo uma elevada percentagem de aceitação. Através desta validação, conseguimos perceber que utilização desta solução teria grande impacto na forma como se monitoriza a saúde e a gestão da terapêutica, bem como o fato de estar preparada para necessidades futuras.

É possível melhorar a solução desenvolvida. Após a realização do inquérito foram identificadas algumas funcionalidades adicionais desejadas que não estão implementadas na solução, como massa corporal e análises ao sangue e urina. Dada a forma de como os sistemas foram definidos e implementados, será fácil a adição destas funcionalidades, pois a sua implementação será similar à implementação das funcionalidades atualmente disponíveis.

Será possível realizar melhorias a nível de interface com o utilizador, podendo esta ser melhorada, de forma a que seja mais intuitiva a execução das funcionalidades disponibilizadas.

A concluir, considera-se que o trabalho realizado oferece uma abordagem integrada para um problema que existe atualmente e que tenderá a agravar-se no futuro. Com esta abordagem é possível dar mais autonomia às pessoas para poderem envelhecerem nas suas próprias habitações e permite que os familiares ou cuidadores façam um melhor acompanhamento do estado das pessoas, pois podem ser imediatamente notificadas de ocorrências relevantes que necessitem de uma intervenção.

# Bibliografia

- [1] Pharmassistant keeps patients taking their prescriptions on time. <http://backerjack.com/pharmassistant-keeps-patients-taking-their-prescriptions-on-time/>. Accessed: 10 January, 2015.
- [2] Healthcare informatics. <http://www.healthcare-informatics.com/news-item/nahit-releases-hit-definitions>. Accessed: 4 May, 2014.
- [3] Pharmassistant: a app que lembra a hora do comprimido. <http://exameinformatica.sapo.pt/videos/reporterei/2014-06-30-PharmAssistant-a-app-que-lembra-a-hora-do-comprimido>. Accessed: 10 January, 2015.
- [4] e-pill md2 medsmart locked automatic pill dispenser (without monitoring). <http://www.epill.com/medsmart.html>, . Accessed: 15 January, 2015.
- [5] Medsmart plus monitored automatic medication pill dispenser. <http://www.epill.com/medsmartplus.html>, . Accessed: 15 January, 2015.
- [6] Automatic medication dispenser get medsmart and compare e-pill dispensers automatic pill dispenser. <http://www.epill.com/getmedsmart.html>. Accessed: 15 January, 2015.
- [7] How to medsmart. [http://ep.yimg.com/ca/I/epill\\_2271\\_6684585](http://ep.yimg.com/ca/I/epill_2271_6684585). Accessed: 15 January, 2015.
- [8] Pharmassistant em parceria com a bayer. <http://observador.pt/2014/12/02/pharmassistant-em-parceria-com-bayer-solucao-portuguesa-vai-ser-testada-em-berlim/>. Accessed: 10 January, 2015.
- [9] Pharmassistant solution. <http://techable.jp/wp-content/uploads/2014/05/PharmAssistant-e1400130754950.jpg>. Accessed: 10 January, 2015.
- [10] Philips medication dispensing service. <http://caregiverreviews.com/philips-medication-dispensing-service-technology-as-a-truly-needed-service-for-caregivers/>, . Accessed: 2 January, 2015.
- [11] Philips medication dispensing system achitecture. [http://www.eclipsepd.com/assets/img/areas/case-studies/Philips%20IMD\\_05%20960%20x%20540.jpg](http://www.eclipsepd.com/assets/img/areas/case-studies/Philips%20IMD_05%20960%20x%20540.jpg), . Accessed: 2 January, 2015.

- [12] Philips lifeline and medication management services. <http://www.vnacares.org/health-care-services/philips-lifeline-services>, . Accessed: 2 January, 2015.
- [13] Reduce the risk of medication errors with philips medication dispensing service. [http://www.vnacares.org/assets/files/Programs/Lifelines/Philips\\_Medication\\_Disepenser.pdf](http://www.vnacares.org/assets/files/Programs/Lifelines/Philips_Medication_Disepenser.pdf), . Accessed: 2 January, 2015.
- [14] Philips medication dispensing system. <http://www.altabatessummit.org/lifeline/pmd.html#EasilyManageMedicationsatHome>. Accessed: 2 January, 2015.
- [15] Sms delivery system. <http://www.sms-wiki.org/attachments/74/smsc.jpg>. Accessed: 30 January, 2015.
- [16] Discover wi-fi. <http://www.wi-fi.org/discover-wi-fi/wi-fi-direct>. Accessed: 28 January, 2015.
- [17] Android versions. <https://developer.android.com/about/dashboards/index.html>. Accessed: 30 March, 2015.
- [18] Armário de medicamentos - gestão terapêutica. <https://docs.google.com/forms/d/1HVjtFwwPk3qnGiqV-qMvfv0vMbWKZTpCJC1XF293D9s/viewform#start=publishanalytics>. Accessed: 30 April, 2015.
- [19] Pharmassistant garante "o medicamento certo, à hora adequada". [http://www.jornaldenegocios.pt/empresas/exploradores/startup\\_em\\_destaque/detalhe/pharmassistant\\_garante\\_o\\_medicamento\\_certo\\_a\\_hora\\_adequada.html](http://www.jornaldenegocios.pt/empresas/exploradores/startup_em_destaque/detalhe/pharmassistant_garante_o_medicamento_certo_a_hora_adequada.html). Accessed: 10 January, 2015.
- [20] Xml exemple. <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/8/8a/XML-pt.svg/2000px-XML-pt.svg.png>. Accessed: 4 February, 2015.
- [21] M. Abdel-qader, A. AL-Jaber, and A. AL-Hamami. Using Short Message Service (SMS) to Support Business Continuity. 1(2):5, 2011. URL <http://arxiv.org/abs/1103.5881>.
- [22] J. Brown, B. Shipman, and R. Vetter. SMS: The short message service. *Computer*, 40:106–110, 2007. ISSN 00189162. doi: 10.1109/MC.2007.440.
- [23] J. M. Brusco. Electronic Health Records: What Nurses Need to Know. *AORN Journal*, 93(3):371–379, 2011. ISSN 00012092. doi: 10.1016/j.aorn.2010.12.019. URL <http://dx.doi.org/10.1016/j.aorn.2010.12.019>.
- [24] D. Camps-Mur, X. Pérez-Costa, and S. Sallent-Ribes. Designing energy efficient access points with Wi-Fi Direct. *Computer Networks*, 55:2838–2855, 2011. ISSN 13891286. doi: 10.1016/j.comnet.2011.06.012.
- [25] D. Camps-Mur, A. Garcia-Saavedra, and P. Serrano. Device to device communications with wifi direct: overview and experimentation. *IEEE Wireless Commun.*, pages 96–104, 2013. ISSN 1536-1284. doi:

10.1109/MWC.2013.6549288. URL [http://enjambre.it.uc3m.es/~agsaaved/papers/2012\\_camps\\_wircommag.pdf](http://enjambre.it.uc3m.es/~agsaaved/papers/2012_camps_wircommag.pdf).

- [26] J. Demongeot, G. Virone, F. Duchêne, G. Benchetrit, T. Hervé, N. Noury, and V. Rialle. Multi-sensors acquisition, data fusion, knowledge mining and alarm triggering in health smart homes for elderly people. *Comptes Rendus - Biologies*, 325:673–682, 2002. ISSN 16310691. doi: 10.1016/S1631-0691(02)01480-4.
- [27] K. Z. Haigh, L. M. Kiff, J. Myers, V. Guralnik, C. W. Geib, J. Phelps, and T. Wagner. To appear in IAAI 04 , San Jose CA , July 25-29 , 2004. *Development*, 2004.
- [28] K. Z. Haigh, L. M. Kiff, and G. Ho. The Independent LifeStyle Assistant: lessons learned. *Assistive technology : the official journal of RESNA*, 18:87–106, 2006. ISSN 1040-0435. doi: 10.1080/10400435.2006.10131909.
- [29] R. Haux. Health information systems - Past, present, future. *International Journal of Medical Informatics*, 75:268–281, 2006. ISSN 13865056. doi: 10.1016/j.ijmedinf.2005.08.002.
- [30] D. F. Lobach and D. E. Detmer. Research Challenges for Electronic Health Records. *American Journal of Preventive Medicine*, 32:104–111, 2007. ISSN 07493797. doi: 10.1016/j.amepre.2007.01.018.
- [31] M. E. Pollack. Planning technology for intelligent cognitive orthotics. *Ann Arbor*, 1001:48103, 2002.
- [32] P. Rashidi and A. Mihailidis. A survey on ambient-assisted living tools for older adults. *IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics*, 17(3):579–590, 2013. ISSN 21682194. doi: 10.1109/JBHI.2012.2234129.
- [33] L. standards IEEE Committee. Part 11: Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications. *IEEE-SA Standards Board*, 1999, 2003. URL [http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Part+11:+Wireless+LAN+Medium+Access+Control+\(MAC\)+and+Physical+Layer+\(PHY\)+Specifications#0](http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Part+11:+Wireless+LAN+Medium+Access+Control+(MAC)+and+Physical+Layer+(PHY)+Specifications#0).
- [34] B. Takács and D. Hanák. a Mobile System for Assisted Living With Ambient Facial Interfaces. ... *Computer Science and Informations Systems*, 2(2):33–50, 2007. URL [http://www.digitalelite.net/Pages/DigitalElite/Papers/DigitalElite\\_IJCSOI\\_BTakacs\\_2007110203.pdf](http://www.digitalelite.net/Pages/DigitalElite/Papers/DigitalElite_IJCSOI_BTakacs_2007110203.pdf).
- [35] P. Tang. Key capabilities of an electronic health record system. Technical report, 2003. URL <http://books.nap.edu/books/N1000427/html/index.html>.
- [36] G. Virone and a. Sixsmith. Toward Information Systems for Ambient Assisted Living. *Proc. of the 6th International Conference ...*, 2008. URL <http://www.gerontechnology.info/Journal/Proceedings/ISG08/papers/136.pdf>.
- [37] Wi-Fi Alliance. Wi-Fi CERTIFIED Wi-Fi Direct. *October*, (October):6, 2010.
- [38] P. Zerfos. A Study of the Short Message Service of a Nationwide Cellular Network. 2006. URL <http://metro.cs.ucla.edu/papers/Zerfos.IMC06.pdf>.



# Apêndice A

## Anexo

### A.1 Estatísticas Android

Version	Codename	API	Distribution
2.2	Froyo	8	0.4%
2.3.3 - 2.3.7	Gingerbread	10	6.9%
4.0.3 - 4.0.4	Ice Cream Sandwich	15	5.9%
4.1.x	Jelly Bean	16	17.3%
4.2.x		17	19.4%
4.3		18	5.9%
4.4	KitKat	19	40.9%
5.0	Lollipop	21	3.3%

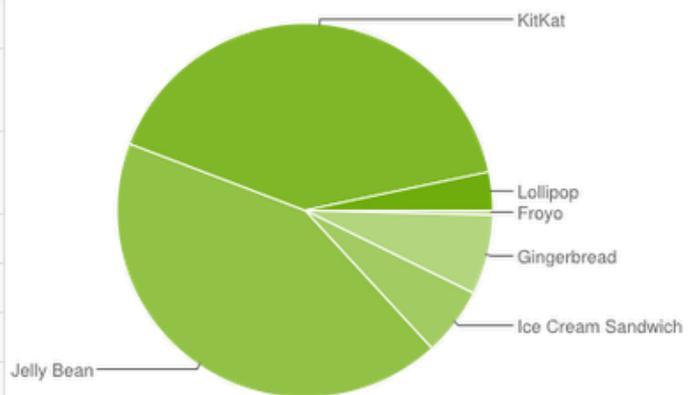


Figura A.1: Distribuição do uso de versões Android. Informação recolhida durante um período de sete dias finalizado no dia dois de Março de 2015[17].

### A.2 Histórico de saúde formato PDF

Histórico de saúde em formato PDF gerado pela aplicação AMapp.

## Regísto de saúde

Gerado Fri Feb 27 18:41:38 GMT 2015

Este documento mostra todos os registos feitos pela AMapp

Este documento não apresenta nenhum valor legal.

NOME	DATA DE NASCIMENTO
David Nogueira	1990/12/20
CONSIDERAÇÕES	
hipertensão, problemas respiratórios.	

### Registos

1. Medicação tomada
2. Medicação não tomada
3. Pressão arterial
4. Notas

## 1. Medicação tomada

> Data: 2015/02/27, Hora: 08:35

Conteúdo: 2x Doxepina, 1x Pentazocina, 2x Ticlopidina

> Data: 2015/02/27, Hora: 10:45

Conteúdo: 1x Meprobamato, 3x Dipiridamol, 1x Guanetidina

> Data: 2015/02/27, Hora: 14:45

Conteúdo: 2x Doxepina, 1x Pentazocina, 2x Ticlopidina

> Data: 2015/02/27, Hora: 17:50

Conteúdo: 2x Doxepina, 1x Pentazocina, 2x Ticlopidina

> Data: 2015/02/27, Hora: 20:25

Conteúdo: 1x Meprobamato, 3x Dipiridamol, 1x Guanetidina

> Data: 2015/02/26, Hora: 08:35

Conteúdo: 2x Doxepina, 1x Pentazocina, 2x Ticlopidina

> Data: 2015/02/26, Hora: 10:45

Conteúdo: 1x Meprobamato, 3x Dipiridamol, 1x Guanetidina

> Data: 2015/02/26, Hora: 14:45

Conteúdo: 2x Doxepina, 1x Pentazocina, 2x Ticlopidina

> Data: 2015/02/26, Hora: 17:50

Conteúdo: 2x Doxepina, 1x Pentazocina, 2x Ticlopidina

> Data: 2015/02/26, Hora: 20:25

Conteúdo: 1x Meprobamato, 3x Dipiridamol, 1x Guanetidina

> Data: 2015/02/25, Hora: 08:35

Conteúdo: 2x Doxepina, 1x Pentazocina, 2x Ticlopidina

> Data: 2015/02/25, Hora: 10:45

Conteúdo: 1x Meprobamato, 3x Dipiridamol, 1x Guanetidina

> Data: 2015/02/25, Hora: 14:45

Conteúdo: 2x Doxepina, 1x Pentazocina, 2x Ticlopidina

> Data: 2015/02/25, Hora: 17:50

Conteúdo: 2x Doxepina, 1x Pentazocina, 2x Ticlopidina

> Data: 2015/02/25, Hora: 20:25

Conteúdo: 1x Meprobamato, 3x Dipiridamol, 1x Guanetidina

> Data: 2015/02/24, Hora: 08:35

Conteúdo: 2x Doxepina, 1x Pentazocina, 2x Ticlopidina

> Data: 2015/02/24, Hora: 10:45

Conteúdo: 1x Meprobamato, 3x Dipiridamol, 1x Guanetidina

> Data: 2015/02/24, Hora: 14:45

Conteúdo: 2x Doxepina, 1x Pentazocina, 2x Ticlopidina

> Data: 2015/02/24, Hora: 17:50

Conteúdo: 2x Doxepina, 1x Pentazocina, 2x Ticlopidina

> Data: 2015/02/24, Hora: 20:25

Conteúdo: 1x Meprobamato, 3x Dipiridamol, 1x Guanetidina

## 2. Medicação não tomada

> Data: 2015/02/26, Hora: 12:05

Conteúdo: 2x Doxepina, 1x Pentazocina, 2x Ticlopidina

> Data: 2015/02/26, Hora: 15:35

Conteúdo: 1x Meprobamato, 3x Dipiridamol, 1x Guanetidina

> Data: 2015/02/26, Hora: 23:45

Conteúdo: 1x Meprobamato, 3x Dipiridamol, 1x Guanetidina

> Data: 2015/02/25, Hora: 12:05

Conteúdo: 2x Doxepina, 1x Pentazocina, 2x Ticlopidina

> Data: 2015/02/25, Hora: 15:35

Conteúdo: 1x Meprobamato, 3x Dipiridamol, 1x Guanetidina

> Data: 2015/02/25, Hora: 23:45

Conteúdo: 1x Meprobamato, 3x Dipiridamol, 1x Guanetidina

> Data: 2015/02/24, Hora: 12:05

Conteúdo: 2x Doxepina, 1x Pentazocina, 2x Ticlopidina

> Data: 2015/02/24, Hora: 15:35

Conteúdo: 1x Meprobamato, 3x Dipiridamol, 1x Guanetidina

> Data: 2015/02/24, Hora: 23:45

Conteúdo: 1x Meprobamato, 3x Dipiridamol, 1x Guanetidina

### **3. Pressão arterial**

> Data: 2015/02/26, Hora: 15:30

Sistólica: 120

Diastólica: 85

> Data: 2015/02/25, Hora: 10:13

Sistólica: 115

Diastólica: 80

## 4. Notas

> Data: 2015/02/27, Hora: 17:00

Categoria: Exame

Local: Santa Maria Lisboa

Descrição: radiografia ao braço direito

> Data: 2015/02/27, Hora: 13:20

Categoria: Consulta

Local: Santa Maria Lisboa

Descrição: possibilidade de fratura no braço direito. radiografia marcada.

> Data: 2015/02/27, Hora: 10:20

Categoria: Estado físico

Local: braço direito

Descrição: hematoma, dores e dificuldades de movimentação

### **A.3 Inquérito**

Inquérito realizado no mês de Abril de 2015 com o objetivo de verificar o nível de aceitação da solução desenvolvida na presente tese.

# Armário de Medicamentos - Gestão Terapêutica

Caro/a participante,

No âmbito de um projecto de investigação, estamos a realizar um questionário sobre hábitos e controlos de saúde.

Este questionário terá uma duração de aproximadamente 3 minutos.

Toda a informação será confidencial e anónima e apenas utilizada para o estudo em questão.

Pedimos que responda a todas as questões com a maior sinceridade possível, sendo que não existem respostas certas ou erradas.

Muito obrigada pela sua colaboração!

\*Required

## Conhecer o inquirido

---

### 1. Idade \*

.....

### 2. Sexo \*

*Mark only one oval.*

Masculino

Feminino

### 3. Controla regularmente a sua saúde? \*

Subentende-se consultas, análises, medição de pressão arterial, índice de massa gorda, alimentação, etc...

*Mark only one oval.*

Sim

Não

**4. Que aspectos de saúde controla?**

*Tick all that apply.*

- Consultas médicas (oftalmologia, nutricionista, ...).
- Análises (sangue, urina)
- Medição da pressão arterial
- Medicação administrada
- Massa ("peso")
- Índice de Massa Muscular
- Alimentação
- Controlo de diabetes
- Temperatura corporal
- Other: .....

**5. Quando efectua um controlo de saúde, o que faz aos resultados? \***

*Tick all that apply.*

- Deito fora
- Guardo "mentalmente"
- Guardo numa gaveta
- Fica com o médico
- Organizo os resultados de modo a criar um histórico de saúde
- Other: .....

## Controlo de saúde

---

**6. Possui algum smartphone? \***

*Mark only one oval.*

- Sim
- Não

**7. Caso tenha respondido Sim à pergunta anterior, indique qual o sistema operativo.**

Caso possua mais do que um, seleccione o sistema operativo que mais utiliza.

*Mark only one oval.*

- Android
- IOS
- Windows Phone
- Outro

8. **Usaria uma aplicação para smartphone que permitiria registar o controlo de saúde feito por si? \***

*Mark only one oval.*

Sim

Não

9. **Se respondeu Sim à questão anterior, que aspectos monitorizaria?**

*Tick all that apply.*

Consultas médicas (oftalmologia, nutricionista, ...).

Análises (sangue, urina).

Medição da pressão arterial

Medicação administrada

Massa ("peso")

Índice de Massa Muscular

Alimentação

Controlo de diabetes

Temperatura corporal

Other: .....

10. **Usaria esta aplicação para fazer a monitorização da saúde de um familiar seu? \***

*Mark only one oval.*

Sim

Não

11. **Se respondeu Sim à questão anterior, que aspectos monitorizaria?**

*Tick all that apply.*

Consultas médicas (oftalmologia, nutricionista, ...).

Análises (sangue, urina).

Medição da pressão arterial

Medicação administrada

Massa ("peso")

Índice de Massa Muscular

Alimentação

Controlo de diabetes

Temperatura corporal

Other: .....

12. **Usaria uma aplicação que recebesse automaticamente informação vinda dos dispositivos usados para efectuar esse controlo de saúde?**

Dispositivos como balanças, termómetros, etc...

*Mark only one oval.*

- Sim  
 Não

13. **Acharia útil a existência de uma aplicação que recolhesse toda a informação do controlo de saúde de modo a gerar um histórico completo de saúde? \***

*Mark only one oval.*

- Sim  
 Não

14. **Partilharia este histórico de saúde com um profissional da área de saúde? \***

Por exemplo com o seu médico de família ou nutricionista.

*Mark only one oval.*

- Sim  
 Não

15. **Cederia o seu histórico de saúde, de forma anónima, para efeitos estatísticos? \***

Permitir encontrar padrões de modo a criar ou melhorar metodologias de tratamento.

*Mark only one oval.*

- Sim  
 Não

## **Tomada de medicamentos**

---

16. **Toma medicação? \***

*Mark only one oval.*

- Sim, regularmente  
 Sim, mas só em casos de doença  
 Não

17. **Caso tenha respondido Sim na pergunta anterior, qual o local onde toma a maioria da medicação?**

*Mark only one oval.*

- Casa  
 Trabalho  
 Viagem  
 Other: .....

18. **Onde guarda a medicação tomada?**

*Mark only one oval.*

- Embalagem dos medicamentos
- Caixa com medicação
- Other: .....

19. **Usaria um dispositivo electrónico para armazenamento e distribuição de medicação?**

Dispositivo de dimensões reduzidas mas não transportável.

*Mark only one oval.*

- Sim
- Não

20. **Tem familiares que tomem medicação regularmente? \***

Avós, filhos, amigos, etc

*Mark only one oval.*

- Sim
- Não

21. **Caso tenha respondido Sim à pergunta anterior, controla ou gostaria de controlar a medicação tomada pelo seus familiares?**

*Mark only one oval.*

- Sim
- Não

22. **Usaria um dispositivo electrónico para armazenamento e distribuição de medicação que controlasse a tomada de medicação de familiares seus?**

Dispositivo de dimensões reduzidas mas não transportável.

*Mark only one oval.*

- Sim
- Não

23. **Caso tenha respondido Sim à pergunta anterior, gostaria de ser notificado caso fosse detectada alguma situação anómala?**

Por exemplo, a não tomada de medicamentos de um familiar seu.

*Mark only one oval.*

- Sim
- Não

24. **Suponha que ajudava a controlar a medicação de um familiar seu através do dispositivo electrónico descrito anteriormente. De modo a ter sempre medicação disponível é necessário um reabastecimento regular do dispositivo. Qual seria a frequência ideal? \***

Entenda-se como regularidade ideal o número de dias que estaria disponível para o reabastecimento do dispositivo.

*Mark only one oval.*

- Diariamente
- Dia sim, dia não
- A cada três dias
- Semanalmente
- Mensalmente
- Other: .....

## Partilha de informação

---

25. **Acharia útil existir um local onde toda a informação sobre a sua saúde está reunida? \***

Por exemplo medicação tomada, consultas realizadas, cuidados de alimentação tomados, etc...

*Mark only one oval.*

- Sim
- Não

26. **Acharia útil existir um local onde toda a informação sobre a saúde de um familiar seu está reunida? \***

Por exemplo medicação tomada, consultas realizadas, cuidados de alimentação tomados, etc...

*Mark only one oval.*

- Sim
- Não

27. **Caso tenha respondido Sim a pelo menos uma das duas questões anteriores, gostaria de aceder a essa informação através de um dispositivo móvel ou computador pessoal?**

*Mark only one oval.*

- Sim
- Não

28. **Suponha que existiria um forma de criar, de forma automática, um histórico da sua saúde ou de um familiar seu. Cederia esse histórico a um profissional de saúde de modo a complementar o diagnóstico ou detectar alguma anomalia? \***

Por exemplo médico de família, nutricionista, etc...

*Mark only one oval.*

- Sim
- Não

29. **Supondo que existiria um forma de criar, de forma automática, um histórico da sua saúde ou de um familiar seu. Cederia esse histórico a instituições de investigação? \***

Com o objectivo de contribuir para a criação de novas metodologias de tratamento, detecção de padrões de risco, etc...

*Mark only one oval.*

Sim

Não

**Um muito obrigado pelo seu tempo.**

Clique em enviar para concluir o inquérito.

---

Powered by  
 Google Forms