



FCTUC FACULDADE DE CIÊNCIAS  
E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

MARTA SOFIA CORREIA PINTO

---

# Desenvolvimento de uma aplicação móvel para pré-diagnóstico e monitorização

---

Dissertação apresentada à Universidade de Coimbra para  
cumprimentos dos requisitos necessários à obtenção  
do grau de Mestre em Engenharia Biomédica

*Orientadores:*

*Engenheiro* **Pedro Marques**

*Professor Doutor* **Pedro Henriques Abreu**

Coimbra, 2014







Este trabalho foi desenvolvido em colaboração com:

**Intelligent Sensing Anywhere, Intellicare  
(ISA-Intellicare)**



**Centro de Doenças Respiratórias e Alérgicas  
(Cedra)**





Esta cópia da tese é fornecida na condição de que quem a consulta reconhece que os direitos de autor são pertença do autor da tese e que nenhuma citação ou informação obtida a partir dela pode ser publicada sem a referência apropriada.

This copy of the thesis has been supplied on condition that anyone who consults it is understood to recognize that its copyright rests with its author and that no quotation from the thesis and no information derived from it may be published without proper acknowledgement.



# Resumo

Com o crescente envelhecimento da população mundial e o aumento da esperança média de vida, regista-se um aumento do número de pessoas com doenças crónicas. Os centros médicos e hospitalares apresentam uma sobrecarga dos seus recursos humanos, físicos e financeiros. Com isto, a prestação de cuidados de saúde e o acompanhamento destes doentes por parte dos médicos e profissionais de saúde têm vindo a ser afetado com implicações na qualidade de vida dos doentes. Dentro das doenças crónicas com maior prioridade de intervenção para a Organização Mundial de Saúde (OMS) está a Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica (DPOC), prevendo-se que nos próximos 10 anos seja a terceira causa de morte a nível mundial.

A DPOC é uma doença crónica com maior prevalência em indivíduos com hábitos tabágicos prolongados em que existe a limitação do débito aéreo com a apresentação de comorbilidades. A necessidade de monitorização desta doença parte do risco associado à ocorrência de exacerbações com implicações significativas no progresso da doença e no bem-estar do paciente. Deste modo, este projeto teve como objetivo desenvolver uma aplicação móvel para a monitorização de pacientes com DPOC, o OneCareTablet Espiro integrado no sistema legado *OneCare Sensing*. Para o efeito, começou-se por estudar tanto as normas e legislação como *guidelines* nacionais e internacionais que regulamentam a prática clínica desta doença. Posteriormente, procurou identificar-se aplicações e trabalhos de investigação que desenvolveram sistemas de auto-gestão e monitorização de doentes crónicos, particularizando-se depois para a DPOC. De seguida, efetuou-se o levantamento de requisitos e das necessidades de monitorização desta doença em colaboração com a equipa médica do Cedra (Centro de Diagnóstico e Tratamento de Doenças Respiratórias), sediado na Idealmed. Concluiu-se que a solução passaria pela integração de parâmetros biomédicos (espirométricos e oximétricos), de avaliação da sintomatologia e historial de crises respiratórias, específicos da DPOC. Para a obtenção dos parâmetros espirométricos foi selecionado um sensor respiratório através da aplicação de um processo de avaliação de um produto de *software* e *hardware*.

Tendo-se estabelecido os objetivos que deveriam ser cumpridos na monitorização da DPOC, passou-se à especificação da arquitetura do sistema. Resultou numa solução que compreende a apresentação de ecrãs de monitorização sequenciais que

permitem o cálculo da avaliação combinada GOLD, o processamento e verificação dos parâmetros recolhidos e a realização da prevenção de situações de risco através da emissão de alertas de saúde para o portal OneCare.

Durante a fase de implementação, foram seguidas as boas práticas do *design* de interfaces, pensadas para a utilização de pacientes com DPOC de idade avançada com as limitações físicas inerentes e pouca familiarização com este tipo de tecnologias.

Finalizado o protótipo, realizaram-se testes funcionais e de desempenho ao sistema cujos resultados alcançados permitiram a entrega do OneCareTablet Espiro a utilizadores reais. Primeiramente a um grupo controlo e depois a dois pacientes com DPOC, tendo sido realizadas sessões bi-diárias, precedidas de uma sessão inicial de esclarecimento. Da realização dos testes no Grupo de Controlo e da Prova de Conceito foi possível validar a informação recolhida e testar a usabilidade e aceitação da aplicação por parte dos pacientes. Foram obtidos níveis de concordância médios de 6,6 no Grupo Controlo e de 6,65 nos pacientes da Prova de Conceito através da resposta ao questionário CSUQ adaptado ao contexto do OneCareTablet Espiro, num nível de concordância de um a sete. Foi ainda realçada a sua importância no seguimento destes pacientes no seu dia-a-dia, tendo conferido uma maior segurança no controlo e tratamento desta doença.

O trabalho futuro passará pela realização de melhorias ao OneCareTablet Espiro, tendo em conta as recomendações recolhidas ao longo dos testes. A disseminação do projeto deverá passar pela entrega do OneCareTablet Espiro a mais pacientes com DPOC, para uma melhor aferição do impacto deste sistema na monitorização da DPOC. Por fim, do resultado dos dados obtidos, efetuar-se o estudo da aplicação de um modelo inteligente de previsão de crises respiratórias.

# Abstract

Average life expectancy has been growing worldwide the last decades. In Europe the average age will move from 38 in 2004 to 49 years in 2050 [5]. We also observe an increasing of chronic diseases on population; according to World Health Organization (WHO), chronic diseases are the leading cause of mortality around the world, representing 60% of all deaths [15]. In this way, we can attribute at least part of the healthcare's systems overload to the increasing demand by an older and more chronically sick population. Thus, this have an affect on providing and managing healthcare of these patients by healthcare professionals with implications for their quality of life.

Diminish the respiratory diseases' burden is a WHO's priority and Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) is on top since it will represent in ten years the third mortality cause worldwide. The main cause of COPD is prolonged exposure to tobacco smoke and it is a disease currently not curable, but treatment does reduce the burden. COPD affects the respiratory system, decreasing lung capacity and obstructing airways, thus interfering with normal breathing. Exacerbations have a profound impact on patient's well-being and they lead to symptom worsening. The need for monitoring is associated with a faster disease progression, which makes exacerbation prevention a relevant goal.

This project aimed to develop a mobile application for monitoring COPD patients, OneCareTablet Espiro, to be integrated at OneCare Sensing legacy system. It provides methods for computer aided-assistance, including event detection and alerting as part of chronic disease remote management. For this purpose, it was studied national and international COPD norms, legislation and guidelines which establish clinical practise for COPD.

Then, it was performed a study of the existing applications and researches who developed self-management systems for telemonitoring chronic diseases and COPD. Furthermore, it was performed the requirements analysis and architecture's specification of the system in collaboration with medical team of Cedra (Diagnosis and Treatment Center for Respiratory Diseases). It was concluded for COPD it was needed collect data measuring lung function through spirometry and pulse oximetry, on respiratory symptoms given by answering questionnaires and historical of exacerbations. It allows computing GOLD classification to assess disease

severity and the risk of a clinically relevant worsening due to an exacerbation.

The solution comprises sequential monitoring screens. Besides the compute of GOLD classification, they process and verify data collected through alerting that are sent to OneCare web portal. During implementation, it was followed the best practises of designing interfaces, especially having users as elderly COPD patients with physical limitations and a low familiarity with this technology.

Finished the prototype, it was performed a system evaluation with functionality and performance tests. They allowed to involve a limited number of stable COPD patients to ensure that the system meets the requirements and to studied the usability of the system from a patient's point of view. First, OneCareTablet Espiro was tested on a control group to create a baseline; after, it was also carried out an initial session for the two recruited patients to they learn the monitoring procedures. The tests have taken place twice a day for a duration of eight days. It was given to users a questionnaire to provide insight about system usability , measuring the group control satisfaction with 6,6 and patients with 6,65, in a seven-point Likert rating scale. Initial testing shows that applying the system is technically feasible and patients are capable and willing to use the system.

Future work will involve a more extensive test in home-care setting in order to produce recommendations and improve OneCareTablet Espiro. It will be interesting perform a study to develop a intelligent model to automatically interpret patient specific data to assist patients in managing COPD exacerbations.

# Agradecimentos

O espaço limitado desta secção de agradecimentos, seguramente, não permite agradecer como gostaria a todas as pessoas que ao longo do meu Mestrado em Engenharia Biomédica me ajudaram no cumprimento dos meus objetivos e a realizar mais esta etapa da minha formação académica. Desta forma, deixo algumas palavras, poucas, porém com um sentido e profundo sentimento de reconhecido agradecimento.

Aos *Meus Orientadores*, o Engenheiro Pedro Marques e o Professor Doutor Pedro Henriques Abreu, expresso o meu profundo agradecimento pela orientação e apoio incondicionais que em muito elevaram os meus conhecimentos científicos.

Ao Engenheiro Pedro Marques, agradeço o profissionalismo, a transmissão de conhecimentos todo o apoio, fatores essenciais para que cada dia fosse encarado com particular motivação.

Ao Professor Doutor Pedro Henriques Abreu, agradeço não só a confiança que em mim depositou, desde o início, mas também a orientação e total disponibilidade que sempre revelou comigo, estimulando a meu desejo de querer sempre saber mais e a vontade de querer fazer melhor.

À *Intelligent Sensing Anywhere, S.A*, por me ter proporcionado as condições necessárias para a elaboração deste projeto e aos seus colaboradores pela simpatia, disponibilidade e facilidade de integração proporcionada, num ambiente de trabalho de tão elevada qualidade e exigência.

Ao Engenheiro António Damasceno, expresso a importância dos seus conhecimentos e experiência, mas também a amizade e boa disposição em todos os momentos, tendo representado uma fonte de inspiração.

À Engenheira Andreia Carreiro e à Doutora Lúcia Malva, o meu agradecimento pelo auxílio e ajuda manifestada ao longo deste ano.

À *Equipa do Serviço de Pneumologia e Alergologia do Cedra*, em especial ao Professor Doutor Carlos Robalo Cordeiro e ao Professor Doutor António Segorbe, pela disponibilidade, colaboração e incentivo prestado ao desenvolvimento deste projeto.

Aos *Participantes nos Testes e Prova de Conceito*, pela amabilidade de disporem do seu tempo num contributo fundamental para que a realização deste projeto fosse possível.

À Rita, agradeço a amizade e a partilha dos bons (e menos bons) momentos que já duram há 13 anos. Por tudo, a minha enorme gratidão!

À Miriam, pela compreensão e confiança, pela ajuda e força nos momentos de desânimo, mas sobretudo pela partilha de bons momentos nestes últimos 5 anos.

Aos *Meus Colegas de Curso*, o meu sincero agradecimento, em especial à Patrícia, à Carolina, à Daniela, à Sara, à Joana, à Sofia e à Diana pela amizade e companheirismo durante estes 5 anos.

Aos *Meus Colegas Estagiários da ISA*, pelos conhecimentos transmitidos, mas acima de tudo pela amizade e companheirismo.

Aos *Meus Amigos*, em especial à Daniela, ao Francisco, ao Gonçalo e à Inês pela amizade, momentos de descontração e partilha. Ao Rogério, agradeço a compreensão e sábios conselhos e à Gina, agradeço a boa disposição e afeto a cada dia.

À *Minha Família*, em especial aos *Meus Pais* um enorme obrigada por terem sempre acreditado em mim durante o meu percurso académico. Espero que esta etapa, que agora termino, possa, de alguma forma, retribuir e compensar todo o carinho, apoio e dedicação que, constantemente, me oferecem. A eles, dedico todo este trabalho.

# Conteúdo

Resumo	i
Abstract	iii
Agradecimentos	v
Acrónimos e Siglas	xi
Lista de Tabelas	xv
Lista de Figuras	xix
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Contextualização	1
1.2 Motivação	5
1.3 Objetivos	5
1.4 Planeamento	7
1.5 Análise de Riscos	9
1.6 Estrutura do documento	10
<b>2 Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica</b>	<b>13</b>
2.1 Doenças crónicas	13
2.1.1 Caracterização de doenças crónicas	13
2.1.2 Prevalência das doenças crónicas	14
2.2 Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica	16
2.2.1 Prevalência da DPOC	16
2.2.2 Fisiologia da DPOC e espirometria	19
2.2.3 Diagnóstico, monitorização e telemonitorização da DPOC	22
<b>3 Estado da Arte</b>	<b>27</b>
3.1 OneCare	27
3.1.1 OneCare Safe	28
3.1.2 OneCare Sensing	29
3.2 Estudo de aplicações destinadas às doenças crónicas	30

3.2.1	In-home healthcare . . . . .	30
3.2.2	mPHASiS . . . . .	32
3.2.3	TeleCare . . . . .	33
3.2.4	Diab-Memory . . . . .	34
3.2.5	Wireless Health Outcomes Monitoring System (WHOMS) . . . . .	35
3.2.6	HealthVault . . . . .	36
3.2.7	Análise Comparativa . . . . .	38
3.3	Estudo de aplicações destinadas à DPOC . . . . .	39
3.3.1	AERIAL . . . . .	39
3.3.2	VitalMobile Health (VHM) . . . . .	41
3.3.3	Spirodoc . . . . .	42
3.3.4	Chronic Care Management Center (CCMC) . . . . .	43
3.3.5	AMICA . . . . .	45
3.3.6	Calculadora DPOC (cDPOC) . . . . .	46
3.3.7	Análise comparativa . . . . .	47
3.4	Considerações finais . . . . .	49
<b>4</b>	<b>Requisitos do Sistema</b>	<b>51</b>
4.1	Requisitos de Alto Nível . . . . .	51
4.1.1	Identificação dos Atores . . . . .	51
4.1.2	Descrição dos Casos de Uso . . . . .	52
4.1.3	Visão Geral dos Casos de Uso . . . . .	52
4.2	Análise dos requisitos funcionais . . . . .	53
4.3	Análise dos requisitos não-funcionais . . . . .	55
4.3.1	Idioma da interface . . . . .	55
4.3.2	Usabilidade . . . . .	55
4.3.3	Design da interface . . . . .	57
4.4	Restrições de negócio, técnicas e legais . . . . .	58
<b>5</b>	<b>Especificação da Arquitetura e Escolhas Tecnológicas</b>	<b>59</b>
5.1	Conceito do OneCare Sensing . . . . .	59
5.2	Dispositivos e tecnologias . . . . .	60
5.2.1	Tecnologias . . . . .	60
5.2.2	Dispositivos . . . . .	63
5.3	Arquitetura do OneCareTablet Espiro . . . . .	65
5.3.1	Requisitos da arquitetura . . . . .	65
5.3.2	Solução implementada . . . . .	67
5.3.3	Vista da arquitetura . . . . .	69
5.3.4	Model . . . . .	74
5.3.5	View . . . . .	76
5.3.6	ViewController . . . . .	77
5.3.7	Controller . . . . .	77
5.4	Integração dos protocolos de comunicação . . . . .	79

5.4.1	Dispositivo COPD-6 . . . . .	79
5.4.2	Dispositivo da Nonin . . . . .	81
<b>6</b>	<b>Desenvolvimento do Protótipo</b>	<b>83</b>
6.1	Implementação do OneCareTablet Espiro . . . . .	83
6.2	Dificuldades de implementação . . . . .	91
6.3	Validação funcional . . . . .	92
6.3.1	Testes às funcionalidades do OneCareTablet Espiro . . . . .	92
6.3.2	Testes de desempenho do OneCareTablet Espiro . . . . .	94
6.4	Validação da usabilidade . . . . .	96
6.4.1	Inspeção da usabilidade . . . . .	97
6.4.2	Testes de usabilidade . . . . .	100
6.5	Impacto do OneCareTablet Espiro na monitorização da DPOC . . . . .	105
<b>7</b>	<b>Conclusões e Trabalho Futuro</b>	<b>109</b>
7.1	Conclusões . . . . .	109
7.2	Trabalho Futuro . . . . .	110
<b>A</b>	<b>Interoperabilidade e telemedicina</b>	<b>121</b>
A.1	Interoperabilidade na Saúde . . . . .	121
A.2	Telemedicina . . . . .	123
A.3	<i>Continua Health Alliance</i> . . . . .	126
<b>B</b>	<b>Questionário CAT</b>	<b>131</b>
<b>C</b>	<b>Questionário mMRC</b>	<b>133</b>
<b>D</b>	<b>Questionário de usabilidade do sistema Diab-Memory</b>	<b>135</b>
<b>E</b>	<b>Processo de avaliação de sensores respiratórios</b>	<b>137</b>
<b>F</b>	<b>Requisitos funcionais</b>	<b>139</b>
<b>G</b>	<b>Fluxos de execução do OneCareTablet Espiro</b>	<b>141</b>
<b>H</b>	<b>Vista dos componentes e conectores detalhada</b>	<b>143</b>
<b>I</b>	<b>Atributos das classes <i>Measurement</i> e <i>MeasurementType</i> do OneCareDataAccess API</b>	<b>145</b>
<b>J</b>	<b>Manual de instruções rápidas do OneCareTablet Espiro</b>	<b>147</b>
<b>K</b>	<b>Questionário de Identificação do Perfil de utilizador do OneCareTablet Espiro</b>	<b>151</b>

<b>L</b>	<b>Resultados do Questionário de Identificação do Perfil de utilizador do OneCareTablet Espiro</b>	<b>157</b>
<b>M</b>	<b>System Usability Scale</b>	<b>159</b>
<b>N</b>	<b>Computer System Usability Questionnaire</b>	<b>161</b>
<b>O</b>	<b>Questionário de Usabilidade para a Prova de Conceito do OneCareTablet Espiro</b>	<b>163</b>
<b>P</b>	<b>Resultados do Questionário de Usabilidade do OneCareTablet Espiro</b>	<b>170</b>
<b>Q</b>	<b>CENTERIS - Conference on ENTERprise Information Systems 2014</b>	<b>175</b>
<b>R</b>	<b>Mockups do OneCareTablet Espiro</b>	<b>176</b>
	R.1 Inicialização da monitorização da DPOC . . . . .	176
	R.1.1 Escolha do módulo de monitorização da DPOC . . . . .	176
	R.1.2 Escolha da pessoa a monitorizar . . . . .	177
	R.1.3 Introdução do código PIN . . . . .	177
	R.1.4 Escolha do tipo de monitorização . . . . .	178
	R.2 Ecrã de aquisição automática de parâmetros biomédicos . . . . .	179
	R.2.1 Ecrã de aquisição automática dos parâmetros espirométricos . . . . .	179
	R.3 Ecrã de aquisição automática dos parâmetros oximétricos . . . . .	180
	R.4 Ecrã de aquisição manual dos parâmetros espirométricos . . . . .	181
	R.5 Ecrã de aquisição manual dos parâmetros oximétricos . . . . .	182
	R.6 Ecrã de avaliação da dispneia (Questionário mMRC) . . . . .	184
	R.7 Ecrã do historial de crises respiratórias . . . . .	185
	R.8 Ecrã de avaliação da expetoração . . . . .	187
<b>S</b>	<b>Testes às funcionalidades do OneCareTablet Espiro</b>	<b>189</b>

# Acrónimos e Siglas

**3D** 3 Dimensões

**6MWT** *6-Minute Time Walk*

**API** *Application Programming Interface*

**ASP** *Active Server Pages*

**ATS** *American Thoracic Society*

**AVC** Acidente Vascular Cerebral

**CAT** *COPD Assesement Test*

**CCMC** *Chronic Care Management Center*

**CCR** *Continuity of Care Record*

**CE** Comissão Europeia

**Cedra** Centro de Diagnóstico e Tratamento de Doenças Respiratórias

**CENTERIS** *Conference on ENTERprise Information Systems*

**CHA** Continua Health Alliance

**CPU** *Central Processing Unit*

**CSUQ** *Computer System Usability Questionnaire*

**CVF** Capacidade Vital Forçada

**DICOM** *Digital Imaging and Communications in Medicine*

**DM1** *Diabetes Mellitus type 1*

**DPOC** Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica

**ECG** Eletrocardiograma

**EHR** *Electronic Health Record*

**EPR** *Enterprise Resource Planning*

**e-Health** *Electronic Health*  
**FCT** *Familiarity with Communication Technology*  
**FDA** *Food and Drug Administration*  
**GOLD** *Global initiative for chronic Obstructive Lung Disease*  
**GPRS** *General Packet Radio Service*  
**GPS** *Global Positioning System*  
**GUI** *Guided User Interface*  
**H&F** *Health & Fitness*  
**HL7** *Health Level 7*  
**HTTP** *Hypertext Transfer Protocol*  
**HTTPS** *Hypertext Transfer Protocol Secure*  
**ICS** *Inhaled CorticoSteroid*  
**ICT** *Information and Communications Technology*  
**IEEE** *Institute of Electrical and Electronics Engineers*  
**II** *Independência nos Idosos*  
**IMEI** *International Mobile Equipment Identity*  
**INE** *Instituto Nacional de Estatística*  
**IP** *Internet Protocol*  
**ISA** *Intelligent Sensing Anywhere*  
**ISO** *International Organization for Standardization*  
**J2ME** *Java 2 Mobile Edition*  
**JSON** *Java String Object Notation*  
**LABA** *Long-Acting Beta2-Agonist*  
**LAN** *Local Area Network*  
**MD** *Monitorização da Doença*  
**MIIS** *Microsoft Internet Information Server*  
**mMRC** *Modified Medical Research Council*  
**MQTT** *Message Queuing Telemetry Transport*  
**MVC** *Model-View-Controller*  
**NDA** *Non-Disclosure Agreement*  
**ODF** *Open Document Format*

**OpenXML** Open XML  
**PECA** *Plan Establish Collect Analyse*  
**PDA** *Personal Digital Assistant*  
**PDF** *Portable Document Format*  
**PHR** *Portuguese Health Record*  
**PHR** *Personal Health Record*  
**PIN** *Personal Identifier Number*  
**PT** Portugal Telecom  
**OMS** Organização Mundial de Saúde  
**RBAC** *Role Based Access Control*  
**RCUU** *Resumo Clínico Único do Utente*  
**SABA** *Short-Acting Beta2-Agonist*  
**SAMA** *Short-Acting Muscarinic Antagonist*  
**SBPT** Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tsiologia  
**SDN** Sun Developer Network  
**SI** Sistemas Informáticos  
**SMS** *Short Message Service*  
**SNS** Serviço Nacional de Saúde  
**SO** Sistema Operativo  
**SpO2** *Nível de Saturação de Oxigénio*  
**SOAP** *Simple Object Access Protocol*  
**SQL** *Structured Query Language*  
**SSD** *Solid-State Drive*  
**SSDC** *Sistemas de Suporte à Decisão Clínica*  
**SU** *Sensor Unit*  
**SUS** *System Usability Scale*  
**TAN** *Tiny Area Network*  
**TCP** *Transmission Control Protocol*  
**TIC** *Tecnologias de Informação e Comunicação*  
**TV** *Televisão*  
**UD** *User Device*

**UMTS** *Universal Mobile Telecommunications System*

**UE** *União Europeia*

**USB** *Universal Serial Bus*

**VEF1** *Volume Expiratório Forçado no 1º segundo*

**VEF6** *Volume Expiratório Forçado no 6º segundo*

**WAN** *Wide Area Network*

**WPMM** *Web-based Patient Management Module*

**XML** *eXtensible Markup Language*

# Lista de Tabelas

1.1	Populações mais envelhecidas em 2010. . . . .	2
1.2	Quadro dos riscos identificados e suas estratégias de mitigação. . . . .	9
2.1	Taxa padronizada de internamentos em Portugal Continental (2009) . . . . .	19
2.2	Classificação da GOLD da limitação do fluxo aéreo. . . . .	23
3.1	Comparativo das diversas aplicações destinadas à monitorização de doenças crónicas. . . . .	38
3.2	Comparativo das diversas aplicações destinadas à monitorização da DPOC. . . . .	48
4.1	Quadro com as métricas de avaliação de séniores e jovens na utilização de um <i>website</i> . . . . .	56
4.2	Quadro com as capacidades físicas e cognitivas avaliadas durante a utilização de <i>websites</i> por seniores e jovens. . . . .	57
4.3	<i>The Eight Golden Rules of Interface design</i> . . . . .	58
5.1	Quadro com as características principais do <i>tablet MID A10</i> . . . . .	63
5.2	Quadro com as ecrãs implementadas no OneCareTablet Espiro e o <i>ViewController</i> responsável. . . . .	77
5.3	Quadro com as funcionalidades implementadas no OneCareTablet Espiro e o <i>Controller</i> responsável. . . . .	78
6.1	Quadro com as dificuldades registadas durante a fase de implementação do OneCareTablet Espiro. . . . .	91
6.2	Quadro com o resultados dos testes às funcionalidades do OneCareTablet Espiro. . . . .	93
6.3	Quadro com o resultados dos testes de desempenho do OneCareTablet Espiro. . . . .	95
6.4	Abordagens seguidas para a realização da avaliação da usabilidade. . . . .	97
6.5	Quadro com a média e desvio padrão dos parâmetros da DPOC recolhidos durante os testes. . . . .	107



# Lista de Figuras

1.1	Número de urgências hospitalares. . . . .	3
1.2	Paradigma <i>Shift left through technology</i> . . . . .	4
1.3	Calendarização das tarefas de desenvolvimento do projeto. . . . .	8
2.1	<i>Ranking</i> das 10 principais causas das mortes em 2011 . . . . .	14
2.2	Principais fatores do surgimento das Doenças Crónicas . . . . .	15
2.3	Taxa de Mortalidade nos Homens e nas Mulheres . . . . .	17
2.4	Taxa de Internamentos devido a DCOP, 2000-2009, por 100.000 habitantes . . . . .	18
2.5	Fisiologia da DPOC. . . . .	20
2.6	Evolução da função pulmonar em função da condição tabágica e da idade . . . . .	20
2.7	a) À esquerda, curva Fluxo-Volume durante uma respiração completa. b) À direita, curva Fluxo-Volume durante a expiração . . . . .	21
2.8	Principais constituintes de uma espirometria . . . . .	22
2.9	Avaliação Combinada da GOLD. . . . .	24
3.1	Esquema do funcionamento do <i>OneCare Safe</i> . . . . .	28
3.2	Esquema do funcionamento do <i>OneCare Sensing</i> . . . . .	29
3.3	Subsistemas da aplicação <i>in-home</i> . . . . .	31
3.4	Configuração dos testes do sistema mPHASiS . . . . .	33
3.5	Resultado da resposta ao questionário de um doente. . . . .	36
3.6	<i>Layout</i> do separador do Colesterol do portal <i>web HealthVault</i> . . . . .	37
3.7	Esquema da arquitetura do projeto da AERIAL. . . . .	40
3.8	<i>Layout</i> da aplicação móvel da AERIAL. . . . .	40
3.9	Esquema da plataforma da VitalMobile Health. . . . .	41
3.10	Equipamento Spirodoc com o sensor e o painel táctil em modo “Espirometria”. . . . .	42
3.11	Interface <i>web</i> winspiroPRO de análise dos dados obtidos a partir do Spirodoc. . . . .	43
3.12	Interface <i>web</i> do CCMC. . . . .	44
3.13	Esquema da arquitetura do AMICA. . . . .	45
3.14	Interface da aplicação móvel do AMICA. . . . .	46
3.15	<i>Layout</i> da aplicação móvel da Calculadora DPOC. . . . .	47
4.1	Casos de uso de Alto Nível. . . . .	52
4.2	Tipos de monitorização da DPOC. . . . .	54
4.3	Parâmetros para monitorização da DPOC. . . . .	54

5.1	Componentes principais do <i>OneCare Sensing</i> . . . . .	59
5.2	Dispositivo <i>tablet MID A10</i> . . . . .	63
5.3	Dispositivos COPD-6 da Vitalograph e 4100 e Wrist OX2 da Nonin. . . . .	65
5.4	Arquitetura <i>Model-View-Controller</i> do OneCareTablet Espiro. . . . .	68
5.5	Vista interna da arquitetura do OneCareTablet Espiro. . . . .	70
5.6	Fluxo de execução da aquisição automática dos parâmetros biomédicos: detecção do dispositivo e direcionamento para ecrã de aquisição automática. . . . .	71
5.7	Fluxo de execução da aquisição automática dos parâmetros biomédicos: ligação ao dispositivo, realização e visualização das medições. . . . .	72
5.8	Fluxo de execução da aquisição automática dos parâmetros oximétricos: envio das medições para o servidor OneCare. . . . .	73
5.9	Estrutura interna da criação de medições no OneCareTablet Espiro . . . . .	74
5.10	Estrutura interna de criação de alertas de saúde no OneCareTablet Espiro . . . . .	75
5.11	<i>Views</i> utilizadas nos ecrãs de monitorização do OneCareTablet Espiro . . . . .	76
5.12	Processo completo de aquisição automática de parâmetros espirométricos. . . . .	79
5.13	Funcionamento da classe <i>COPD6DeviceDataHandler</i> de leitura da mensagem do dispositivo COPD-6. . . . .	80
5.14	Processo de obtenção dos valores pontuais de oximetria de pulso. . . . .	81
6.1	Estrutura do ecrã de aquisição automática de parâmetros espirométricos. . . . .	84
6.2	Ecrãs que constituem o tipo de Monitorização Completa da DPOC. . . . .	85
6.3	Pausa na aquisição automática dos parâmetros espirométricos. . . . .	86
6.4	Mensagem de erro na tentativa de envio das medições sem a(s) pergunta(s) respondida(s). . . . .	87
6.5	Mensagem de aviso na tentativa de adição de crise respiratória com mais de um ano de validade. . . . .	88
6.6	Mensagem de aviso na tentativa de adição de crise respiratória no futuro. . . . .	88
6.7	Ecrã de Visualização da avaliação combinada GOLD e de finalização da monitorização. . . . .	89
6.8	Mensagem de erro no envio das medições devido a falha de rede. . . . .	89
6.9	Método implementado para o acesso às medições da DPOC. . . . .	90
6.10	Processo de conversão de JSON String para a classe <i>Measurements</i> . . . . .	91
6.11	Mensagem de erro de inexistência de medições válidas para enviar para o servidor. . . . .	98
6.12	Fluxo de execução da aquisição manual dos parâmetros oximétricos. . . . .	98
6.13	Caixas de diálogo de cancelamento da monitorização e conclusão do ecrã de monitorização. . . . .	99
6.14	Passagem do ecrã manual de espirometria para a procura do dispositivo COPD-6 novamente. . . . .	99
6.15	Passagem da visualização das respostas para o questionário da expetoração novamente. . . . .	100
6.16	Gráfico com as respostas ao questionário CSUQ adaptado. . . . .	102
6.17	Gráfico com as respostas ao questionário adaptado da escala SUS. . . . .	103

6.18 Gráfico da evolução da Avaliação Combinada da GOLD do Paciente 2 e os alertas de saúde emitidos. . . . .	105
6.19 Gráfico dos parâmetros espirométricos do Paciente 2. . . . .	106



# Capítulo 1

## Introdução

Este capítulo introduz o contexto em que este projeto se insere e a motivação que serviu de base ao projeto desenvolvido. São apresentados ainda os objetivos gerais do trabalho realizado segundo o Processo de Conceção e Desenvolvimento da ISA (*Intelligent Sensing Healthcare*).

É apresentada a análise de riscos elaborada para este projeto no âmbito da disciplina Projeto do Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica ao cargo da Universidade de Coimbra no ano letivo de 2013/2014 em colaboração com a empresa ISA *Intellicare* e, por fim, a estrutura seguida no presente documento.

### 1.1 Contextualização

Hoje em dia, o mundo depara-se com o fenómeno do envelhecimento da população, transversal a todos os países desenvolvidos, bem como de forma crescente, aos chamados países de Terceiro Mundo [1,2]. O envelhecimento demográfico designa, no essencial, a progressiva diminuição do peso das gerações mais jovens a favor das gerações mais velhas [3].

O envelhecimento da população é um facto conhecido e partilhado pelos estados membros da União Europeia (UE), onde as variáveis demográficas como a taxa de natalidade têm diminuído na maioria dos seus países membros e a esperança média de vida tem aumentado consideravelmente, sendo já apelidada de "Europa idosa" [4]. Esta realidade está ilustrada na Tabela 1.1, em que, de entre os oito países com uma população mais envelhecida, apenas o Japão não faz parte da União Europeia [3].

A idade média da UE prevê-se que passe dos 38 (registado em 2004) para 49 anos, em 2050, o que associada a uma taxa média de fecundidade de 1,5 irá provocar um declínio no crescimento natural da população europeia [5]. A média portuguesa situa-se nos 1,36 filhos por mulher, bastante abaixo do valor mínimo de 2,1 para a reposição de gerações, ficando inclusive atrás da China que, tendo a política do filho único, apresenta o valor superior de 1,6 filhos por mulher [6].

Tabela 1.1: Populações mais envelhecidas em 2010.

País	Grupos de 65 ou + anos (%)	Grupos com menos de 15 anos (%)	Índice de Envelhecimento
Japão	22,6	13	173,8
Alemanha	20,5	14	146,7
Itália	20,4	14	130,7
Grécia	18,3	14	129,5
Bulgária	17,6	14	125,7
Lituânia	17,4	14	124,3
Portugal	17,9	15	119,3
Áustria	17,6	15	117,3

*Fonte: Population Reference Bureau, , Fiche de Données sur la Population Mondiale 2010 [7].*

A incompatibilização da vida familiar com a laboral, a desagregação alargada com a família nuclear, a escassez de equipamentos sociais de qualidade são alguns dos fatores que têm contribuído para a baixa da taxa de natalidade, apesar de existirem políticas de apoio à natalidade [5].

A demografia condiciona uma parte relevante das políticas públicas, estando presente de forma direta no sistema da Segurança Social, na legislação laboral, na política de imigração e na definição e funcionamento do Serviço Nacional de Saúde [8]. Estes dados demográficos condicionam as políticas públicas, incluindo o funcionamento do Serviço Nacional de Saúde (SNS). O seu impacto reflete-se nos graus elevados de sobrecarga do Sistema de Saúde com as crescentes taxas de hospitalizações da Figura 1.1. O envelhecimento da população é uma tendência instalada no mundo para a qual é necessária uma resposta adequada. Passará pela continuação da prestação de cuidados de saúde que promovam a qualidade de vida e o bem-estar dos idosos, sem que isso signifique a sobrecarga dos recursos humanos e o colapso dos recursos financeiros das instituições de saúde.

O poder económico tem um peso cada vez maior na tomada das decisões e direções tomadas pelos Governos e Entidades Nacionais e Internacionais, no âmbito da Saúde. Nesse sentido, é unânime verificar-se que o recurso a tratamentos especiais, internamentos prolongados e sobretudo as hospitalizações de urgência representam a grande parte dos custos dos Sistemas de Saúde. A aquisição de tecnologia de ponta e tratamentos inovadores é disso exemplo ao serem responsáveis pela produção de custos elevados. O economista Pedro Pita Barros afirma que "as descobertas terapêuticas em medicina e farmácia têm aumentado de modo significativo o arsenal de diagnóstico e terapêutica disponível", sendo apontadas como responsáveis "por 50 % ou mais do crescimento das despesas em saúde" [9]. Nesse sentido, e de acordo com dados publicados pelo Instituto Nacional de Estatística (INE), relativos ao período entre 2000 e 2008, os gastos em saúde cresceram, em termos nominais, 4,9%, ao passo que o crescimento médio anual da riqueza nacional fixou-se nos 3,9%, fazendo com que

a despesa pública em saúde cresça a um ritmo superior à criação de riqueza do País [10].

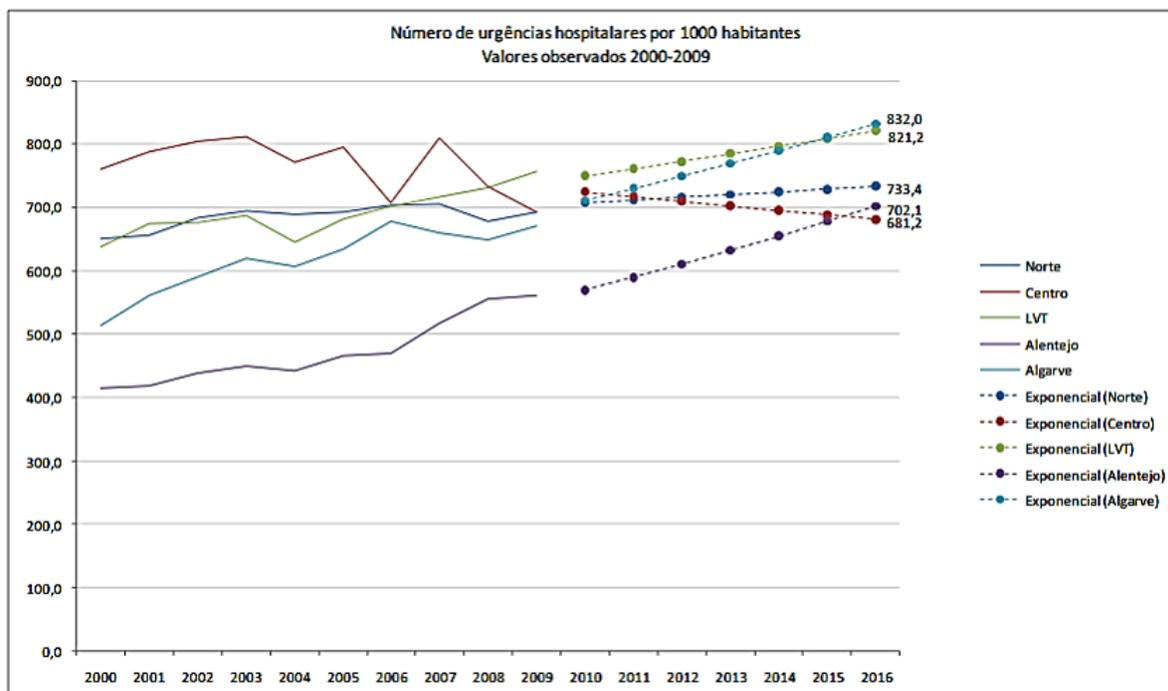


Figura 1.1: Número de urgências hospitalares, 2000-2009, por 1000 habitantes e a estimativa do número de urgências para os anos 2010 a 2016 [8].

A Figura 1.2 demonstra que a relação da qualidade de vida/custo dos cuidados de saúde é maior quando a prestação de cuidados de saúde é em ambiente domiciliário, podendo o serviço preventivo e de monitorização dos pacientes em casa ou na comunidade ser até 10.000 vezes menos dispendioso [11]. A reforçar a ideia anterior estão os custos alocados à Saúde, desde 2004, que sofreram um aumento, prevendo-se que esta tendência se mantenha até 2015 [11]. Para além disso, é interessante verificar que as doenças crónicas a par com episódios agudos, foram quem teve maior contribuição para o aumento das contas da Saúde prevendo-se que, em 2014, se traduza numa participação na despesa superior a 217% à registada em 2004 [11].

Em Portugal, o cenário não difere dos restantes países europeus, como traduz o 7º lugar ocupado na Tabela 1.1. As principais causas residem na baixa da taxa de natalidade, não se conseguindo assegurar a renovação das gerações, e também no aumento da longevidade onde a evolução da população sénior relativamente à jovem tem vindo a aumentar [3].

Para além deste processo de transição demográfica e as suas repercussões, em particular para a saúde, questões relacionadas com a qualidade dos serviços de saúde prestados aos utentes do SNS têm vindo a ocupar um lugar de destaque. Seja por razões de ordem económica, como tem vindo a ser discutido, seja pela exigência dos utentes, as preocupações com a qualidade estão na ordem do dia [2].

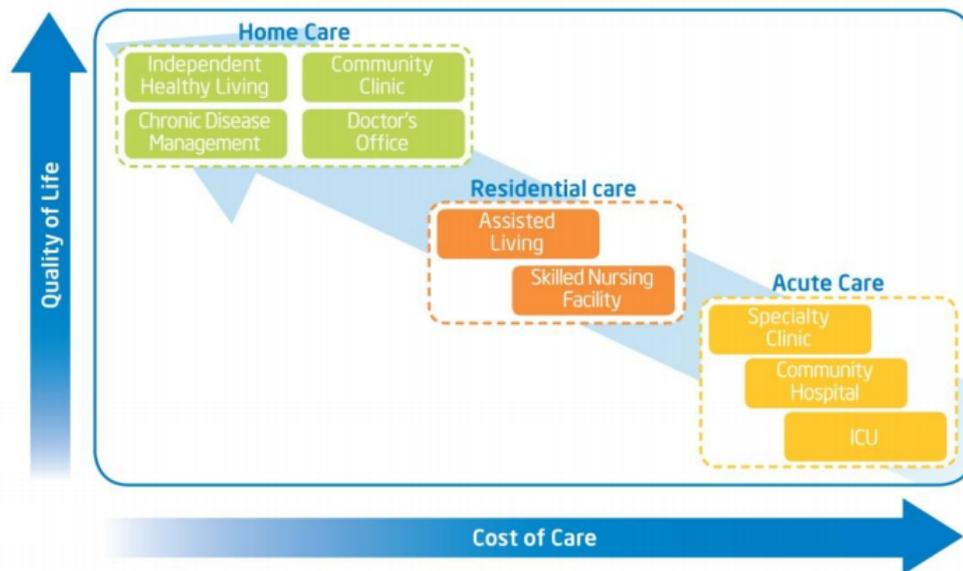


Figura 1.2: Paradigma *Shift left through technology* [13].

Os serviços de saúde têm por objetivo responder às exigências e necessidades dos utentes com cuidados de qualidade. A satisfação nestes serviços é influenciada por diversos fatores: expectativas dos pacientes, estado de saúde, experiência e resultado dos cuidados de saúde [12]. A existência de uma maior quantidade de informação à disposição dos utentes promove a exigência na receção de mais e melhores cuidados. Mais, uma sociedade envelhecida é promotora de um maior número de pessoas com acesso a cuidados de saúde: a população idosa vive durante mais tempo, muito embora com maior incapacidade, necessitando, por isso, com maior frequência de cuidados de saúde.

O foco dos responsáveis de saúde está sobretudo apontado para a melhoria da qualidade de vida dos utentes com uma forte aposta na prevenção da doença, procurando detetar-se e tratar-se precocemente possíveis complicações. Os sistemas estão organizados em torno de um modelo de tratamento de casos agudos e episódicos que já não atendem as necessidades dos pacientes, especialmente os que possuem doenças crónicas, havendo a necessidade de providenciar um contacto mais regular durante o tratamento destes pacientes. O papel de recetor passivo dos tratamentos não deve ser relegado para o paciente tal como foi dito numa publicação do *Wall Street Journal* pelo presidente da Microsoft Corporation Bill Gates "o que nós precisamos fazer é colocar as pessoas como o centro dos sistemas de cuidados de saúde e colocá-las no controlo de toda a informação relativa à sua saúde" [15]. Para além disso, a promoção do tratamento em ambiente domiciliário com a supervisão do clínico responsável tem-se vindo a demonstrar positiva. Esta ideia foi corroborada no trabalho desenvolvido por Steven onde "o cenário de cuidados no futuro é a casa do doente, onde os clínicos podem combinar as antigas sensibilidades com a aplicação de novas tecnologias, para responder às novas tendências demográficas, epidemiológicas e de saúde" [16].

Estes fatores têm-se revelado os mais fortes impulsionadores da ponderação e da refor-

mulação dos modelos dos sistemas de saúde. A resposta a estes indicadores passa por uma mudança de paradigma <sup>1</sup> através da centralização do tratamento e controlo da doença no paciente [17]. A implementação de uma política de proximidade com os profissionais de saúde através do aparecimento de serviços no domínio da telemedicina muito devido aos avanços tecnológicos tem vindo a contribuir para a criação de soluções práticas e em tempo útil que muito ultrapassam o sistema tradicional de cuidados, permitindo uma resposta adequada [2].

## 1.2 Motivação

Muito se tem vindo a investigar sobre as doenças crónicas, nomeadamente sobre a DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica) e o seu impacto nas múltiplas vertentes sócio-económicas, destacando-se o impacto que estas têm no estado de saúde do paciente e na sua qualidade de vida. A rápida evolução das tecnologias de comunicação para a telemedicina tem possibilitado o aparecimento de múltiplas aplicações para mais do que um utilizador com a partilha de informação. Nesse sentido, o trabalho de desenvolvimento de sistema de auto-gestão de doentes crónicos como o *In-home healthcare* [18] ou o realizado em ambiente académico AERIAL [19], muito têm contribuído com o seu *know-how* para a monitorização destes pacientes. Contudo, não existe uma solução única, consensual e que tenha aceitação por parte dos pacientes com DPOC e por parte dos cuidadores de saúde. As novas recomendações elaboradas pela *Global initiative for chronic Obstructive Lung Disease* (GOLD) [24] priorizaram a monitorização da DPOC através do método de diagnóstico espirométrico. Contudo, os sistemas de monitorização existentes apresentam ainda algumas lacunas. Baseiam a sua solução na obtenção de parâmetros oximétricos, não contemplando na sua solução a espirometria como consta das recomendações e protocolos utilizados durante a prática clínica da DPOC. Mesmo entre as que possuem a monitorização da DPOC através da realização de testes espirométricos, a questão da usabilidade tem sido o grande obstáculo à sua implementação, sobretudo na conceção das interfaces específicas para pacientes com DPOC.

Este projeto pretende construir um sistema de monitorização que consiga obter os múltiplos parâmetros específicos da DPOC, realizando uma efetiva monitorização desta doença. Para além disso, como consequência das opções no *design* e na arquitetura pretende-se maximizar a usabilidade do sistema. Com isto, crê-se que a recente preocupação de eliminar ou pelo menos minimizar os efeitos negativos da DPOC cria uma nova área de investigação científica, tornando pertinente o desenvolvimento deste projeto.

## 1.3 Objetivos

Este projeto visou a monitorização, em ambiente domiciliário, de parâmetros respiratórios e funcionais de pacientes com doenças pulmonares através da sua integração na aplicação para

---

<sup>1</sup>Paradigmas são modelos, representações e interpretações de mundo universalmente reconhecidas que fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade científica [14].

*tablet Android* do *OneCare Sensing* já existente na ISA e que será descrita na Secção 3.1. Das doenças crónicas respiratórias existentes, a Organização Mundial de Saúde (OMS) atribui prioridade à Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica [26]. Para a obtenção de um sistema de monitorização para esta doença tiveram que ser cumpridos os seguintes objetivos:

- Desenvolver interfaces específicas em *Android* para a cumprimento de requisitos de monitorização da DPOC;
- Realizar a avaliação dos espirómetros portáteis disponíveis no mercado para a escolha do espirómetro a ser utilizado no projeto através da aplicação do Processo PECA (para uma descrição mais detalhada consultar o Apêndice E).
- Integrar o protocolo de comunicação de um sensor respiratório, espirómetro, para a recolha dos parâmetros respiratórios na aplicação;
- Adaptar o protocolo de comunicação do oxímetro de pulso de forma a recolher parâmetros oximétricos pontuais na aplicação;
- Implementar de um sistema de notificações e alertas de saúde na aplicação para a prevenção de exacerbações;
- Efetuar uma Prova de Conceito para validação dos parâmetros e testar a usabilidade da aplicação utilizando doentes reais.

No decorrer do estudo efetuado da doença, nomeadamente no que se diz respeito aos métodos de diagnóstico e sua avaliação, aos *standards* e às *guidelines* concluiu-se que a monitorização da DPOC teria que passar pela utilização de um sensor respiratório que disponibilizasse a obtenção de parâmetros espirométricos na aplicação móvel da plataforma *OneCare Sensing*. Tal, não era contemplado na proposta inicial do projeto que propunha a monitorização da DPOC através da integração de sons pulmonares no *OneCare Sensing* e que compreendia os seguintes objetivos:

- Estudar o Estado da Arte.
- Elaborar as especificações técnicas: arquitetura e levantamento de requisitos.
- Implementar o algoritmo para envio remoto de dados dos sons pulmonares.
- Desenvolver a base de dados.
- Desenvolver uma aplicação *back office* que vai espelhar a aplicação do paciente e permitirá ao clínico atualizar parâmetros e introduzir novas doenças.

A ideia foi abandonada, em virtude da prática clínica aplicada na DPOC e de nas *guidelines* dar-se preferência a outros métodos de aferição da capacidade pulmonar dos pacientes com DPOC como a espirometria. A integração de sons pulmonares seria uma solução em

que o responsável de saúde pelo paciente teria obrigatoriamente que avaliar as medições a cada monitorização através da interpretação dos sons pulmonares.

Com a solução que se pretende obter, o profissional de saúde terá acesso a um histórico de medições com parâmetros objetivos e com significado fisiológico através das medições obtidas pelo teste espirométrico e da sua representação gráfica. Para além da medição de parâmetros espirométricos, do levantamento de requisitos junto dos diferentes *stateholders* e com base nos protocolos mais seguidos na prática clínica da DPOC, concluiu-se que o sistema de monitorização deveria permitir a inserção de informação adicional: os parâmetros tradicionais de oximetria de pulso pontuais, o historial de crises respiratórias, o grau de dispneia e o nível de expetoração. Deste modo, através da elaboração dos requisitos detalhados do sistema, construiu-se a arquitetura adaptada à solução.

Concluindo, os objetivos que constavam da proposta inicial foram modificados. O processo decorreu numa fase inicial do projeto compreendida ainda na fase de Arranque, Planeamento e definição de Requisitos de Alto Nível dos projetos da ISA, antes do primeiro *checkpoint* do projeto com todos os *stateholders*. A mudança passou do objetivo de apenas ser adicionada uma funcionalidade (parâmetros respiratórios) ao *OneCare Sensing* para a integração de um módulo complexo de monitorização que compreende a aquisição de diversos tipos de dados fundamentais no processo de controlo de pacientes com DPOC, ao contrário do que seria com a integração dos sons pulmonares sem a possibilidade de classificar e acompanhar a evolução da DPOC dos pacientes.

Tendo em conta os objetivos propostos e o trabalho realizado, pode afirmar-se que todos os objetivos foram cumpridos com sucesso, colocando este projeto como um ativo com valor de negócio.

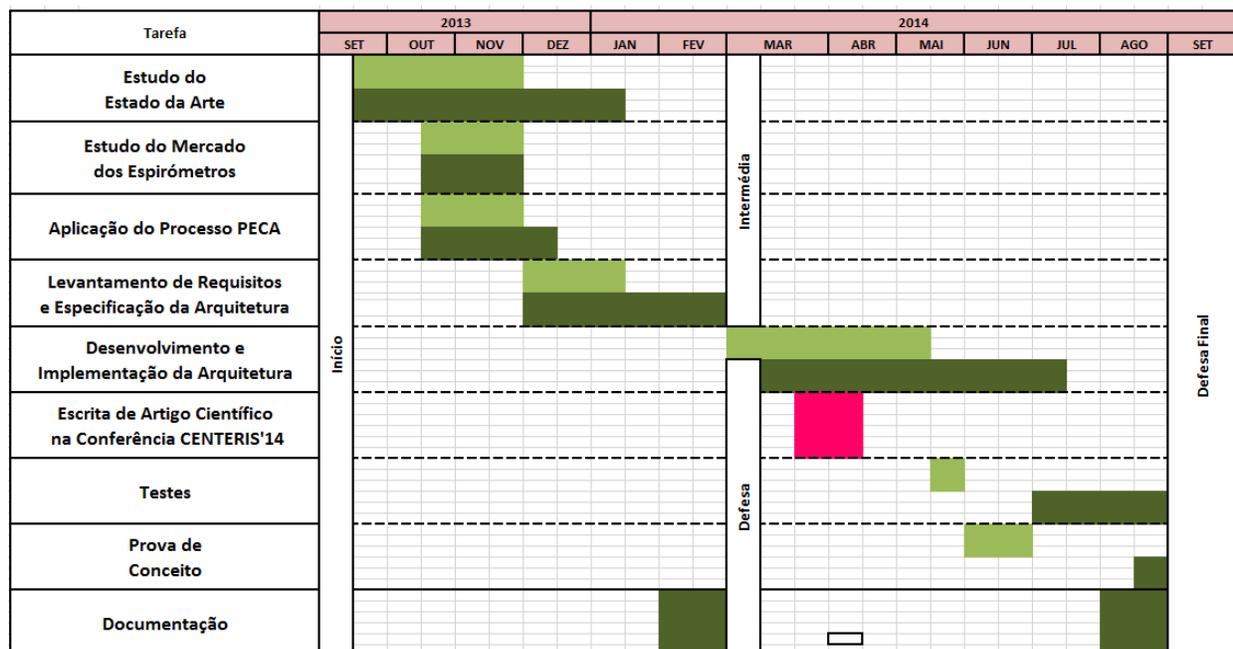
## 1.4 Planeamento

Na fase inicial do projeto foi delineado o plano de trabalhos que se esperava cumprir ao longo do desenvolvimento do projeto. Este plano será analisado e comparado ao que foi efetivamente seguido no decorrer do projeto.

É apresentado em seguida (Figura 1.3) o plano de trabalhos e os desvios verificados em relação a algumas das tarefas propostas.

Na primeira etapa, o **Estudo do Estado da Arte**, procurou realizar-se um enquadramento da temática, citando vários trabalhos realizados tendo consistido como sustento teórico deste projeto de investigação. Os desvios aqui registados ficaram a dever-se ao processo de redefinição dos objetivos iniciais do projeto e da necessidade de realização de um estudo mais aprofundado da DPOC. Em simultâneo ao Estudo do Estado da Arte, procedeu-se ao **Estudo do Mercado dos Espirómetros** e a um processo de avaliação de um produto de *software* e *hardware* (**Aplicação do Processo *Plan, Establish, Collect, Analyse* (PECA)**) devido à necessidade de aquisição de um sensor respiratório, espirómetro, que cumprisse os requisitos mínimos quer na aquisição dos parâmetros de monitorização da DPOC quer em termos de compatibilidade com os serviços legados do *OneCare Sensing* (Apêndice E). O incumprimento da meta temporal para esta fase ficou a dever-se ao processo de contacto de

entidades exteriores para a obtenção de informação sobre os equipamentos, que nem sempre desencadearam respostas atempadas a estes pedidos.



Legenda	
Planeada	Tarefa planeada
Executada	Tarefa executada
Extra	Tarefa Extra

Figura 1.3: Calendarização das tarefas de desenvolvimento do projeto.

Seguiu-se o **Levantamento dos Requisitos e Especificação da Arquitetura** da aplicação, tendo sido realizadas reuniões periódicas tanto com o Cliente do *OneCare Sensing*, bem como com a equipa de médicos do Serviço de Pneumologia do Hospital Privado (Cedra) do grupo Idealmed, em particular com o Prof. António Segorbe e Prof. Carlos Robalo Cordeiro. Foram registados desvios nas estimativas elaboradas para esta tarefa do plano que tiveram origem em atrasos e adiamentos de *deadlines* de projetos práticos das três unidades curriculares. Para além disso, a marcação de Defesas e Apresentações Orais todas para a mesma altura do calendário, nomeadamente a última semana de aulas, a primeira quinzena de Janeiro e a frequência a Testes Finais contribuíram para o incumprimento da calendarização.

Após a realização da Defesa Intermédia, iniciou-se o **Desenvolvimento e Implementação da Arquitetura** com reuniões periódicas com o Cliente do projeto. Consistiu na produção do protótipo da aplicação com a produção de *mockups* e respetiva validação pelo Cliente e seu desenvolvimento com a produção do código fonte da aplicação referente ao *back-end* e ao

*front-end*. Os desvios nestas fases tiveram origens diversas, a principal a dever-se à tardia integração do espirómetro, sendo esta uma parte nuclear do processo de desenvolvimento e da arquitetura da aplicação. O atraso na encomenda e na chegada do espirómetro foi significativo, considerando que a receção do equipamento se deu no final do mês de Abril, cerca de dois meses após o início desta fase, segundo o planeamento inicial. Para além disso, surgiu a oportunidade de submeter o trabalho desenvolvido até ao momento numa conferência, tendo sido aceite para ser apresentado em Outubro (Apêndice Q). Este trabalho compreendeu a elaboração de um *short paper* e de uma revisão posterior (**CENTERIS**), tendo, por isso, consumido alguns recursos temporais inicialmente não previstos. Finalmente, a velocidade de desenvolvimento fez com que as melhores estimativas não se viessem a confirmar. A elaboração do Plano de Testes e do Manual de Utilização da aplicação (Apêndice J) durante a fase **Testes** ocupou o tempo esperado, estando apenas deslocada temporalmente devido à acumulação dos desvios anteriores.

Como consequência dos desvios globais, tem-se o encurtamento da **Prova de Conceito** com o início da mesma a ter coincidido com as férias da equipa médica que aceitou participar nos testes piloto da aplicação com pacientes com DPOC. Para além disso, a finalização do relatório de estágio e a respetiva prova de defesa também saíram afetados com a sua realização a passar do mês de Julho para o mês de Setembro.

Apesar de alguns desvios no cumprimento de algumas tarefas, todos os objetivos foram cumpridos, permitindo que novas funcionalidades fossem incorporadas no produto *OneCare Sensing*, incrementando o seu valor de negócio.

## 1.5 Análise de Riscos

De acordo com o contexto de um projeto de Mestrado em Engenharia Biomédica, o tipo de projeto e a abordagem de desenvolvimento de forma a garantir-se a implementação solução pretendida e o cumprimento dos objetivos do projeto, foi necessário a análise dos possíveis riscos que pudessem afetar o desenvolvimento do projeto.

Tabela 1.2: Quadro dos riscos identificados e suas estratégias de mitigação.

	Impacto	Estratégia de mitigação
Seleção do COPD-6	A obtenção de um espirómetro teria que reunir um conjunto de requisitos essenciais para ser o escolhido para ser integrado no <i>OneCare Sensing</i> , correndo-se o risco de não serem cumpridos inviabilizando a execução do projeto. Requisitos como os parâmetros específicos da DPOC, uma API compatível de forma a poder ser integrado na plataforma legada, a comunicação Bluetooth e o orçamento foram os mais críticos. Caso não existisse uma API compatível, o protocolo de comunicação teria que ser disponibilizado.	O processo de avaliação dos espirómetros no mercado foi realizado com a aplicação do processo PECA que permitiu uma avaliação atempada e rigorosa do universo dos espirómetros. Permitiu a elaboração de documentação para a avaliação dos <i>stakeholders</i> e a minimização da incerteza associada à escolha do equipamento a utilizar no projeto.

<i>Mobile application developer</i>	Não possuía quaisquer conhecimentos no que dizia respeito a desenvolvimento de aplicações móveis e apenas tinha conhecimentos básicos em linguagem <i>Java</i> .	Analisados em segundo plano tutoriais, livros e blogues dedicados às boas práticas de desenvolvimento de aplicações móveis. Participação de um curso online básico e intermédio de desenvolvimento de aplicações em <i>Android</i> . Aprofundados conhecimentos com a análise da própria aplicação legada do <i>OneCare Sensing</i> .
<b>Integração do COPD-6</b>	A integração do protocolo de comunicação poderia ter sido um entrave maior ao desenvolvimento do projeto caso não se tivesse conseguido a correta interpretação do protocolo de comunicação.	De forma a garantir-se suporte à integração do COPD-6, durante a avaliação dos equipamentos foi tida em conta a ajuda prestada pela empresa fornecedora do equipamento, caso existissem imprevistos. Foi escolhido o COPD-6 que ao ser adquirido um <i>kit</i> com 3 equipamentos, possibilitou a obtenção do <i>Developer's Kit</i> com suporte por parte da equipa de <i>R&amp;D (Research &amp; Development)</i> da Vitalograph.
<b>Seleção dos pacientes a participar na Prova de Conceito</b>	A seleção dos pacientes a participar nos testes à aplicação ficou dependente da finalização do desenvolvimento do módulo OneCareTablet Espiro, da disponibilidade da equipa de médico, da existência de pacientes nas condições pretendidas e da própria aceitação destes em participar. Esta conjuntura no limite poderia ter inviabilizado esta fase do projeto.	O adiamento da entrega do projeto para a época alternativa deveu-se à não reunião das condições necessárias para o início dos testes, tendo-se estendido a duração de Julho até Setembro.

Da análise efetuada, foi possível identificar os riscos presentes na Tabela 1.2 de grande utilidade não só pela identificação dos riscos em si, mas sobretudo pela estratégias utilizadas para a mitigação dos mesmos.

De entre os riscos identificados, a seleção dos pacientes com DPOC para a participação na Prova de Conceito fez com que houvesse a necessidade de adiar a entrega do projeto. Para que este processo não fosse comprometer o cumprimento da elaboração do presente documento, esta foi encurtada de uma duração inicialmente prevista de 15 dias para 8 dias. Porém, os resultados obtidos permitiram que os objetivos traçados para a Prova de Conceito fossem todos atingidos com a avaliação da usabilidade e o grau de satisfação quer dos pacientes quer da equipa médica do Cedra. Ambos referiram o acrescentado valor da aplicação com os benefícios associados para todos os intervenientes na monitorização de pacientes com DPOC.

## 1.6 Estrutura do documento

O documento está dividido em sete capítulos com diferentes objetivos descritos abaixo.

**Introdução** É introduzido o tema do projeto com descrição da sua motivação e contextualização, dos objetivos e do planeamento do trabalho realizado.

**Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica** Procede-se à exposição da prevalência das doenças crónicas e em particular da Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica no panorama

mundial, europeu em Portugal. Segue-se a fundamentação teórica em termos fisiológicos e das *guidelines* de avaliação e monitorização desta doença. Por fim, faz-se referência ao panorama da telemedicina dentro da DPOC.

**Estado da Arte** Em primeiro lugar, é realizada a descrição do produto OneCare e o seu enquadramento dentro dos sistemas de telemonitorização. Segue-se a apresentação de sistemas de monitorização de doenças crónicas, em geral, e depois de monitorização destinados à DPOC. Por último, são sintetizadas as principais características, fazendo-se uma análise comparativa entre estes e o OneCare.

**Requisitos do Sistema** É efetuada a descrição da metodologia adotada para decomposição do problema. Procede-se à formalização dos objetivos e das necessidades para o desenvolvimento do projeto.

**Especificação da Arquitetura e Escolhas Tecnológicas** Descreve-se a arquitetura do projeto de forma a permitir a compreensão da metodologia utilizada, das considerações tidas em conta aquando a conceção do projeto, disponibilizando uma visão geral do mesmo.

**Desenvolvimento do Protótipo** Primeiramente, é descrito o processo e o trabalho desenvolvido até à obtenção da solução final. De seguida, realiza-se a explanação do processo de testes aplicado à solução final e ainda a apresentação dos resultados da realização da Prova de Conceito ao protótipo.

**Conclusões e Trabalho Futuro** São enumeradas as conclusões obtidas ao longo do desenvolvimento do projeto, bem como a avaliação dos resultados alcançados, lançando-se as bases para o trabalho futuro.



## Capítulo 2

# Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica

Neste capítulo, realiza-se uma revisão conceptual das doenças crónicas (Sec 2.1) com destaque para a sua prevalência e os diferentes tipos de doenças crónicas existentes. De seguida, procede-se à definição da Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica, à apresentação da sua prevalência e uma breve explicação dos processos fisiológicos envolvidos nesta patologia (Sec 2.2).

### 2.1 Doenças crónicas

Um dos maiores flagelos do século XXI tem sido a instalação epidemiológica daquelas que são consideradas "Doenças Crónicas". Segundo a OMS [24], são "doenças de longa duração e com progressão geralmente lenta", considerando que fazem parte destas as doenças cardiovasculares, o Acidente Vascular Cerebral (AVC), as doenças oncológicas, as doenças respiratórias crónicas e os diabetes. Estas doenças lideram o *ranking* das doenças com maior taxa de mortalidade, tendo representado 63% das mortes em todo o mundo no ano de 2008 [27].

#### 2.1.1 Caracterização de doenças crónicas

As Doenças Crónicas podem ser divididas em dois tipos: as doenças crónicas genéticas com origem nas mutações genéticas e as doenças crónicas que são contraídas ao longo da vida do indivíduo como consequência dos maus hábitos. Dados estatísticos mostram que são estas últimas em que os gastos com tratamentos médicos estão maioritariamente identificados.

As doenças crónicas genéticas pertencem ao grupo de doenças passíveis de controlo em que não é possível agir preventivamente, apenas conseguindo-se, na melhor das hipóteses, evitar a rápida progressão, os seus efeitos secundários e o seu impacto negativo na atividade quotidiana do doente. As restantes doenças crónicas começam por ser evitáveis, com a realização de diagnóstico precoce e adoção de medidas terapêuticas e comportamentais adequadas. Porém, depois de instaladas, tornam-se irreversíveis ou dificilmente reversíveis, passando a pertencer ao grupo das doenças "passíveis de controlo".

A doença crónica "evitável" pressupõe que seja o incentivo à prevenção da solução para

o problema não o tratamento à *posteriori* com a consequente inibição da prática dos maus hábitos. Por norma, o que acontece é que a aposta na prevenção implica a existência de um grande intervalo temporal entre o início da sua aplicação e o atingir dos primeiros objetivos práticos. Para além disso, esta abordagem é mais complicada de se aplicar: o jovem comum com hábitos tabágicos dificilmente se deixa persuadir por consequências que só terão efeito daqui a 30 ou 40 anos. Por esta razão, são esforços cuja taxa de sucesso é previsivelmente baixa.

Já a doença crónica "passível de controlo" é aquela cujos impactos económicos se fazem sentir mais. Um doente crónico deve ser periodicamente monitorizado de forma a que a probabilidade de vir a contrair uma crise aguda ou exacerbação seja reduzida. Têm sido feitos esforços para que o cenário anterior considerado ideal passe a ser a norma, evitando-se, assim, um grande número de internamentos hospitalares.

### 2.1.2 Prevalência das doenças crónicas

Segundo a OMS, as doenças cardiovasculares continuam a ser a causa número um de morte, tendo morto 17 milhões de pessoas em 2008 [25]. As doenças crónicas foram responsáveis por dois terços dos óbitos registados em 2011, significando um aumento de 60% relativamente ao ano 2000. Este número toma outras proporções quando nas países ricos apresentaram uma proporção ainda maior com 87% das mortes [28].

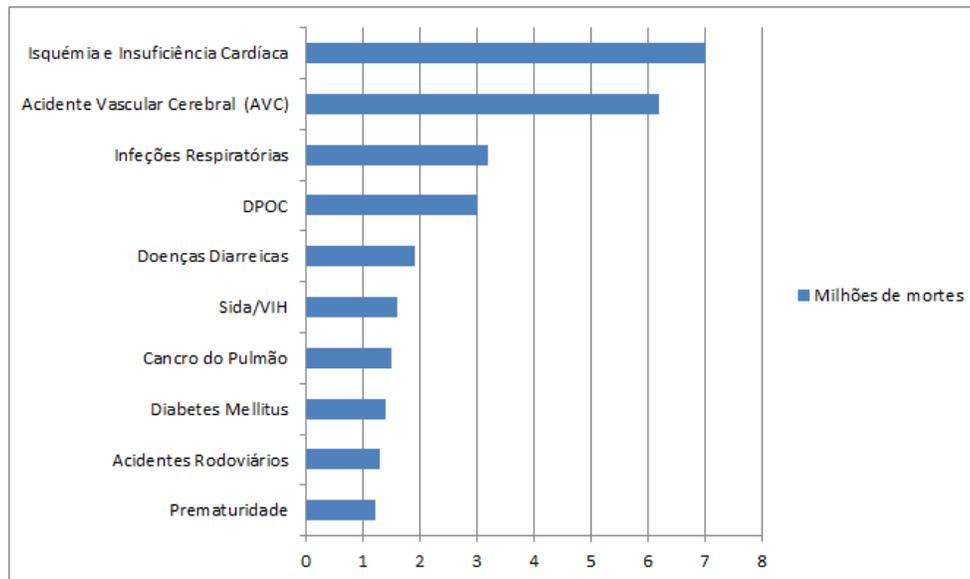


Figura 2.1: *Ranking* das 10 principais causas das mortes em 2011 *Fonte: World Health Organization, The top 10 causes of death.* [28]

De acordo com essa organização, entre as dez principais causas de morte em 2011 estão o cancro, diabetes e as enfermidades do pulmão, para além das doenças cardiovasculares. A Figura 2.1 mostra as duas primeiras posições ocupadas com as isquémias e a insuficiência

cardíaca e os AVC, seguidas na terceira e quarta posições de doenças intimamente ligadas ao aparelho respiratório. Nestas últimas, a DPOC foi causadora de 3 milhões e o cancro do pulmão cerca de 1,5 milhões de mortes em 2011 [28].

Na Figura 2.2 [11], pode constatar-se que maus hábitos como o consumo tabágico, a inatividade física e o consumo de álcool têm um peso significativo como sendo os fatores causadores da instalação da doença. Também de acordo com a OMS, um em cada 10 adultos morre devido à prática tabágica [28].

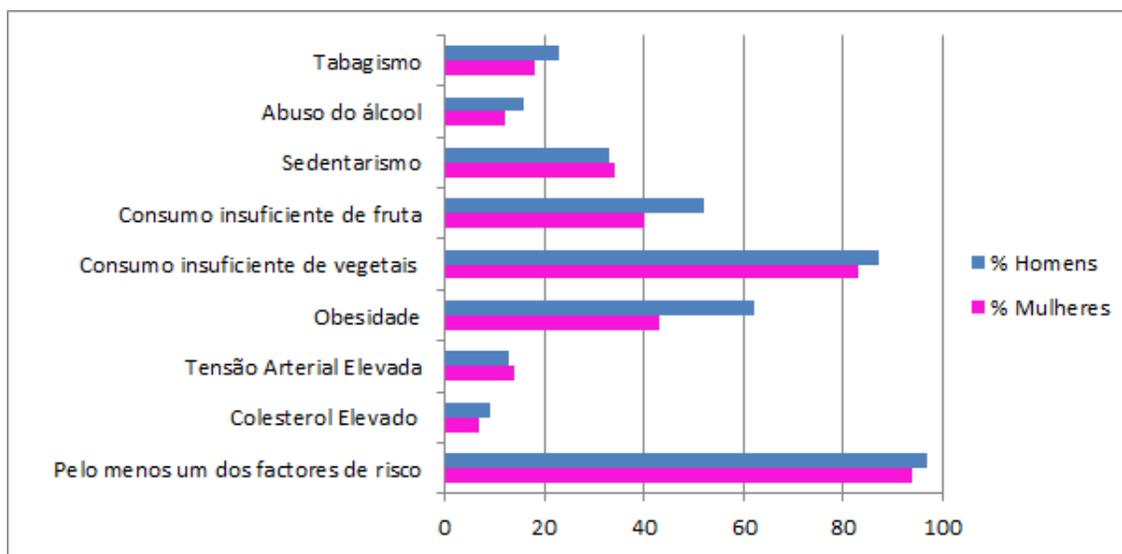


Figura 2.2: Principais fatores que contribuem para o surgimento das Doenças Crônicas [28].

Nem todas as doenças beneficiam de monitorização através da telemedicina, entendendo-se telemedicina como a disponibilização de serviços médicos à distância [29]. Apenas condições que exijam acompanhamento prolongado (superior a um ano), como é o caso das doenças crônicas, é que de facto tiram proveito das potencialidades destes programas de assistência à doença, maioritariamente porque o tratamento é um processo contínuo e continuado [30]. Mesmo entre o leque das doenças crônicas, há aquelas que são consideradas prioritárias, as chamadas *big five*: asma, diabetes, DPOC, insuficiência cardíaca congestiva e doença coronária. Em 2001, os doentes crônicos representaram um gasto de 83% do orçamento da saúde nos Estados Unidos da América, 81% dos internamentos, 91% das receitas médicas prescritas e 98% das visitas domiciliárias dos médicos responsáveis [30].

Estes dados mostram o atual flagelo das doenças crônicas para a população mundial, motivando cada vez mais a investigação de soluções para este problema complexo.

## 2.2 Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica

De entre as doenças crónicas "passíveis de controlo" consideradas prioritárias pelas Instituições e Sociedades Internacionais encontram-se a DPOC.

A DPOC caracteriza-se por ser uma doença respiratória que, segundo a GOLD, é "uma enfermidade caracterizada por limitação do fluxo aéreo não totalmente reversível" [24]. É uma doença heterogénea com diversas apresentações clínicas [31].

### 2.2.1 Prevalência da DPOC

É um problema de saúde pública grave em indivíduos com idade superior a 40 anos [31]. É uma doença progressiva caracterizada pela existência de fenómenos inflamatórios e de maior incidência no sexo masculino. A comprovar estão as figuras Figura 2.3 a) [32] e Figura 2.3 b) [33] onde claramente se constata um maior número de baixas nos homens, com uma taxa média superior a 50 por cada 100.000 habitantes, já as mulheres este número fica claramente abaixo dos 50. É uma das principais causas de mortalidade e de morbilidade crónica com a OMS a estimar que cerca de 65 milhões de pessoas possuem DPOC num estado moderado a severo, prevendo-se que o número de mortes devido a esta doença aumente em 30 % nos próximos dez anos e que represente a terceira principal causa de morte em 2030 (Esta realidade espera-se mais dramática nos países asiáticos e africanos devido ao aumento progressivo da prevalência do consumo de tabaco [31]. Na China, as doenças respiratórias crónicas são a segunda principal causa de morte. Calcula-se que mais de 50% dos homens chineses fumem, enquanto que a taxa de mulheres fumadoras são mais baixas. A prevalência de DPOC diagnosticada por um médico na China é de 5,9% da população adulta [31].

A DPOC num estado avançado tende para a insuficiência respiratória e para a diminuição do fluxo respiratório. Esta condição do paciente desencadeia uma importante limitação funcional com elevada probabilidade de desenvolvimento de comorbilidades, interferindo significativamente nas atividades quotidianas. Com o avanço da doença é comum haver o aumento da frequência das agudizações e dos internamentos. Deste modo, pretende-se minimizar os impactos epidemiológicos da DPOC, sendo, para tal, necessário uma intervenção prioritária de forma a controlar a doença nestes pacientes.

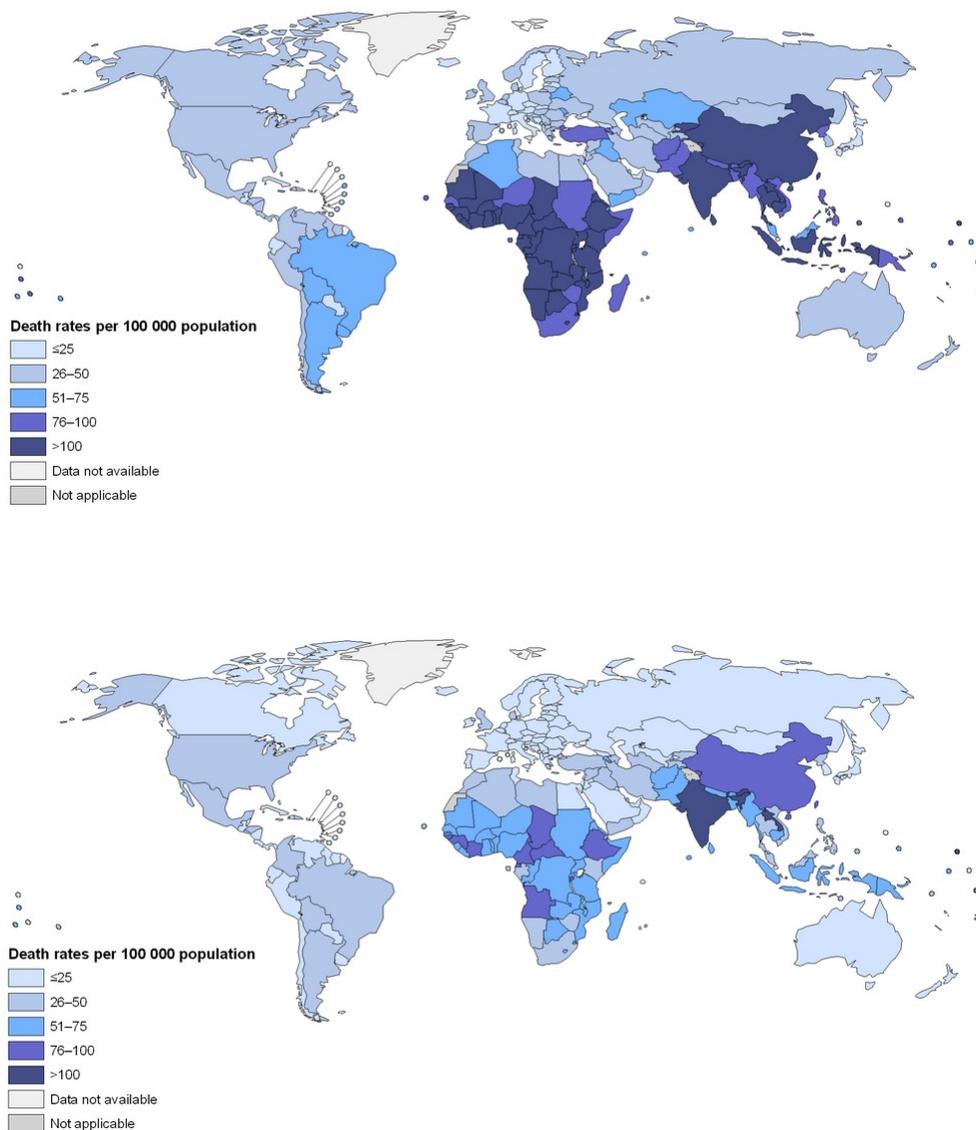


Figura 2.3: Taxa de Mortalidade por cada 100.000 habitantes em 2008 a) nos Homens (em cima) [32] e b) nas Mulheres (em baixo) [33]. *Fonte: World Health Organization, Global health and ageing.*

Esta doença nos cidadãos europeus tem-se acentuado nos últimos anos, tendo sido atribuído um fundo de 6 milhões de euros ao projeto WELCOME que visa "ajudar doentes com Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica e reduzir o seu peso nos sistemas de saúde. O objetivo é criar soluções inovadoras, como uma ferramenta integrada de gestão de cuidados de saúde e um colete de monitorização" [34]. Ao consultar-se o Plano Nacional de Saúde de 2012 até 2016, pode verificar-se as previsões dos internamentos devido à DPOC apontam para a passagem de 29,4% internamentos por cada 100.000 habitantes abaixo dos 70 anos, em 2009, para

24,8% em 2016, apesar da meta apontada como desejável pelos responsáveis pela Saúde se situe nos 17,9% (Figura 2.4) [8].

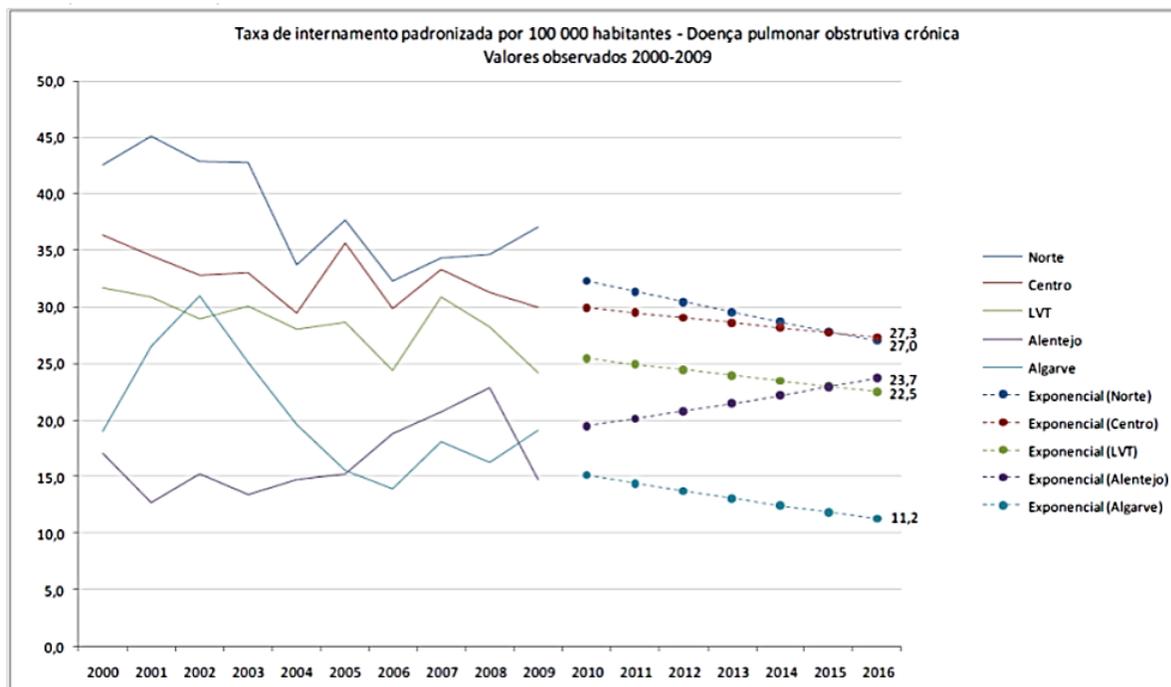


Figura 2.4: Taxa de Internamentos devido a DPOC, 2000-2009, por 100.000 habitantes e dos Valores estimados par a Taxa de Internamentos por regressão exponencial para os anos 2010 a 2016. [8]

Apesar dos esforços e progressos no sentido de aumentar a prevenção com a realização de um diagnóstico precoce, evitando a rápida progressão da DPOC junto da população portuguesa, o SNS tem, ainda assim, a seu cargo um grande número de indivíduos com a DPOC já instalada, requerendo o fornecimento de cuidados com maior regularidade. Destes, muitos têm um quadro clínico severamente agravado, devido ao estado avançado da doença ” a gravidade da DPOC baseia-se no nível dos sintomas, na intensidade das anomalias funcionais e na presença de complicações como perda de peso, a disfunção músculo-esquelética e o risco agravado para enfarte do miocárdio, a angina de peito, a osteoporose, a infeção respiratória, a depressão e a diabetes”. O Presidente da Sociedade Portuguesa de Pneumologia, o Dr. Carlos Robalo Cordeiro, afirma que a DPOC afeta ”segundo dados mais recentes, cerca de 14% da população portuguesa” e está ”na origem, anualmente, de 8.000 internamentos, de uma mortalidade de 3.000 doentes e uma despesa de saúde, em custos diretos e indiretos extremamente relevantes” [35].

A Tabela 2.1 mostra que a DPOC ocupa o 3º lugar das doenças com mais ocorrências nos hospitais para cuidados em ambulatório [8]. Estes cuidados tem como principais objetivos a recuperação dos doentes com a maior brevidade, evitar complicações da doença e no limite evitar a sua morte. É, por isso, um procedimento de urgência, acarretando a reunião de

muitos e especializados recursos, para além de ser uma situação extrema cuja qualidade de vida do doente sai diminuída.

Tabela 2.1: Taxa padronizada de internamentos em Portugal Continental (2009), por cada 100.000 habitantes.

<b>Causas</b>	<b>Taxa em 2009</b>
Diabetes	30,0
Asma	29,5
DPOC	29,4
Epilepsia e grande mal	28,3
Insuficiência cardíaca	27,3
Angina de peito	23,3
Hipertensão	11,3

*Fonte: Elaborado a partir da base de dados dos Grupos de Diagnósticos Homogéneos, ACSS, 2010.*

### 2.2.2 Fisiologia da DPOC e espirometria

A DPOC é uma doença independente com uma definição funcional própria: é uma doença evitável e tratável, caracterizada pela limitação do fluxo de ar, que não é totalmente reversível. Regra geral, a limitação do fluxo de ar é progressiva e está associada a uma reação inflamatória anormal dos pulmões, como reação aos agentes nocivos, nomeadamente o fumo do tabaco, os combustíveis de biomassa e os agentes ocupacionais. A limitação crónica do fluxo de ar, característica da DPOC, é provocada por um misto de doença das pequenas vias aéreas (bronquite obstrutiva) e a destruição do parênquima pulmonar (enfisema pulmonar), como ilustrado na Figura 2.5. A DPOC é uma doença multifatorial com efeitos extra-pulmonares [31]. Deste modo, a DPOC engloba a sintomatologia característica de duas patologias: a bronquite crónica e o enfisema pulmonar. É importante distinguir a asma da DPOC, pois a otimização do tratamento deverá basear-se em abordagens diferentes [31]. Na bronquite crónica existe a inflamação das vias respiratórias, mais concretamente dos brônquios onde se regista um aumento significativo das secreções, diminuição do calibre e até a sua obstrução, interferindo na taxa de enchimento e esvaziamento dos pulmões [24]. Num paciente a qual foram excluídas outras causas de tosse produtiva crónica, esta está presente durante 3 meses em 2 anos consecutivos num paciente com DPOC instalada [31]. No Enfisema pulmonar, a lesão dá-se ao nível dos alvéolos pulmonares, unidades funcionais responsáveis pelas trocas gasosas, com a dilatação permanente dos espaços aéreos distais ao bronquíolo terminal, acompanhada de destruição das respetivas paredes, sem fibrose evidente. Com isto, há perda da elasticidade das estruturas, fazendo com que os pulmões não

desinsuflam e o ar fique retido. Há ainda a dificuldade acrescida da passagem do oxigénio para a corrente sanguínea [36].

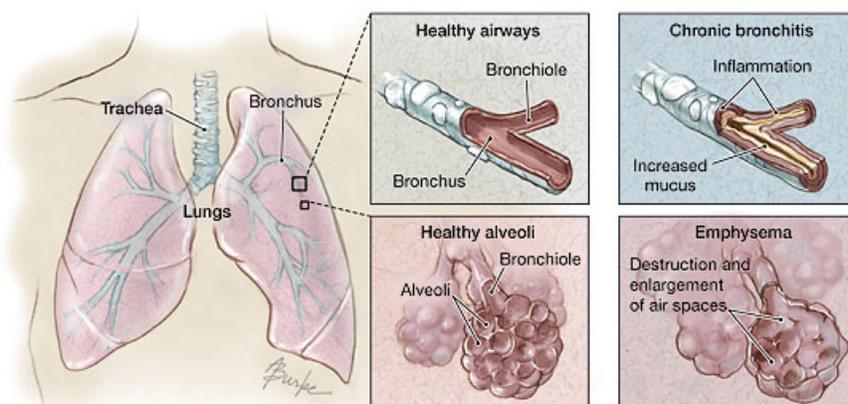


Figura 2.5: Fisiologia da DPOC. *Fonte: World Health Organization, Global health and ageing.*

Na DPOC, verifica-se a obstrução das vias aéreas e sintomas respiratórios crónicos comuns e característicos de um consumo tabágico de longa duração como a dispneia (falta de ar), a tosse ou o cansaço com a realização de atividade física, sendo a prática tabágica a causa mais comum no aparecimento da DPOC. Fumar acelera o processo natural de declínio da função pulmonar, provocando alterações estruturais irreversíveis [36]. A Figura 2.6 demonstra que o diagnóstico precoce da DPOC em indivíduos fumadores até aos 45 anos poderá evitar a instalação definitiva da doença, conseguindo-se valores da função pulmonar até idade avançada não muito abaixo dos 50%.

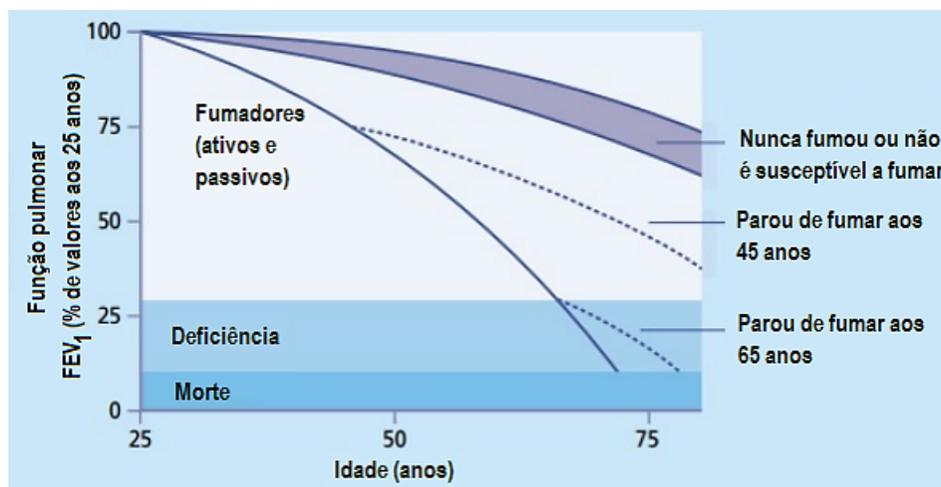


Figura 2.6: Evolução da função pulmonar em função da condição tabágica e da idade. *Fonte: British Thoracic Society, Spirometry in practise.*

Ao passo que, se a cessação tabágica for efetuada para além dos 65 anos de idade, apenas se conseguirá atrasar a degradação da função pulmonar tal como acontece nos indivíduos que nunca abandonam o hábito tabágico: numa condição de incapacidade, abaixo dos 25%, até à morte.

Na DPOC, a obstrução é mais facilmente identificada na expiração, já que ao assoprar-se a pressão pleural fica positiva, tendendo a comprimir as vias aéreas. Uma das características desse defeito ventilatório é a redução dos fluxos expiratórios. Desta forma, o estudo da expiração forçada através curva fluxo-volume (Figura 2.7 a)) e da espirografia têm sido os métodos mais frequentemente utilizados no acesso a fenómenos obstrutivos, como é o caso da DPOC.

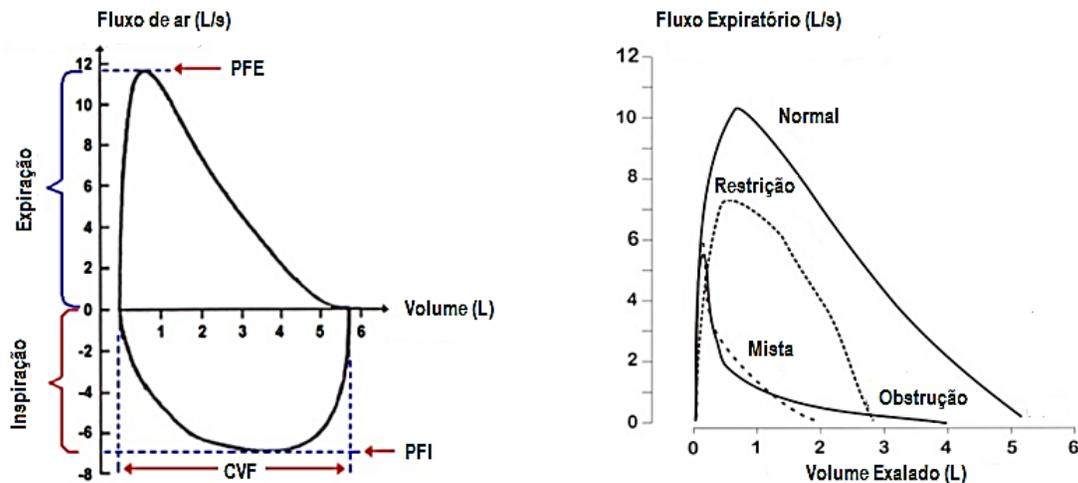


Figura 2.7: a) Fluxo de ar (Litros/segundo), na Inspiração e na Expiração, em função do Volume (Litros). b) Curva Fluxo-Volume normal, com obstrução, com restrição e mista durante a expiração.

A espirometria é um exame que visa determinar a capacidade respiratória de um indivíduo através da medição do volume de ar que o paciente é capaz de expirar, depois de uma inspiração máxima. É um método confiável e robusto que não acrescenta subjetividade, presente na análise dos sons respiratórios, permitindo a discriminação das patologias obstrutivas (DPOC e a asma) das restritivas (fibrose pulmonar). A utilização de um espirómetro permite quantificar o ar inspirado e a expirado durante um intervalo de tempo e, assim, determinar a capacidade pulmonar do examinado. As medições que se efetuam são importantes para se determinar a condição da função respiratória e para se realizar um diagnóstico precoce de doenças como a DPOC. Esta doença evolui de um estado denominado leve para um moderado, depois para o grave até chegar ao estado muito grave. Porém, nas duas primeiras fases não há o aparecimento de sintomatologia clínica relevante e havendo a causa é atribuída ao reflexo do consumo de tabaco. Por isso, é recomendada a realização do exame espirométrico a indivíduos com mais de 35 anos fumadores ou ex-fumadores ou expostos a fumos ou poeiras, pois apenas o resultado da espirometria pode confirmar o di-

agnóstico [36]: "a história clínica e o exame físico são importantes no diagnóstico da DPOC, mas não são suficientes para o estabelecimento do seu diagnóstico. Os sinais clínicos de limitação do fluxo aéreo geralmente não estão presentes até ocorrer uma diminuição significativa da função pulmonar. A espirometria é o método essencial para a confirmação de diagnóstico de DPOC." [37]. O exame consiste em que o paciente respire através de um tubo como o representado na Figura 2.8, cujo terminal possui um sensor que vai quantificar o fluxo de ar. De seguida, é feita a sua conversão num sinal elétrico que é enviado para um espirómetro, responsável pela extração dos parâmetros espirométricos.

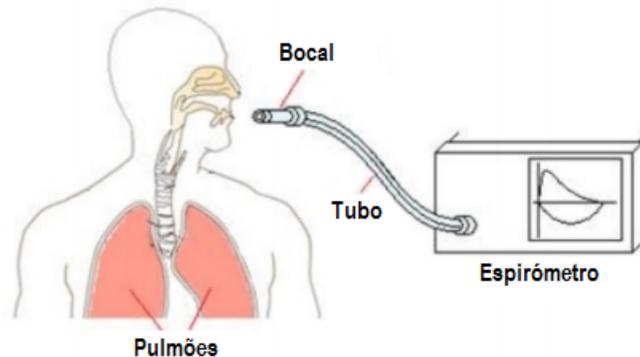


Figura 2.8: Principais constituintes de uma espirometria.

Há inúmeros parâmetros espirométricos que se podem recolher de uma espirometria, mas para a caracterização da DPOC reduzem-se a dois: o VEF1 e a FVC. O VEF1 é o volume expiratório forçado no 1º segundo, isto é, o máximo volume que se consegue exalar no 1º segundo, depois de uma inspiração profunda. Já a FVC é a capacidade vital forçada que se traduz no volume de ar que pode ser soprado pelo indivíduo com maior rapidez e esforço depois de uma inspiração completa.

Dados como o sexo, a idade, a altura do paciente e qualquer informação relevante como ainda algum sintoma que se manifeste na altura ou a tomada recente de broncodilatadores são recolhidos para a posterior comparação com os valores padrão. No entanto, é a Figura 2.7 a) que contém a curva fluxo-volume, traçado típico de uma espirometria correspondente a um ciclo respiratório completo de onde se retira toda a informação para calcular os parâmetros espirométricos. Sempre que há obstrução do fluxo aéreo observa-se uma concavidade que será tanto maior quanto mais intenso for o defeito obstrutivo (Figura 2.7 b)).

### 2.2.3 Diagnóstico, monitorização e telemonitorização da DPOC

No desenvolvimento de um sistema de telemonitorização para um doente com DPOC é crucial conhecerem-se os procedimentos clínicos praticados no diagnóstico, mas sobretudo na monitorização desta doença. A Pneumologia moderna utiliza a gasometria arterial e a espirometria que são dois dos métodos de diagnóstico mais utilizados no acompanhamento e na

avaliação da resposta terapêutica da DPOC. A medida de volumes pulmonares com recurso à espirometria fornece informação útil acerca da função pulmonar global, fundamental na categorização e estadiamento da doença [38].

Consultando a Norma emitida pela Direção-Geral da Saúde subordinada ao tema "Diagnóstico e Tratamento da Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica" [37], tem-se acesso aos critérios e recomendações a serem aplicados no tratamento de doentes com DPOC em Portugal. No estado inicial da DPOC terá que existir a evidência de pelo menos um dos seguintes critérios:

- sintomas respiratórios crónicos e progressivos (tosse, expectoração, dispneia, cansaço com atividade física e pieira);
- exposição a factores de risco (tabaco, poeiras e gases inalados);
- obstrução ao fluxo aéreo, demonstrado por alterações espirométricas (relação VEF1/FVC inferior a 70% após broncodilatação);

Segundo os critérios definidos pelos especialistas da GOLD [24], a classificação da limitação do fluxo aéreo é feita consoante a Tabela 2.2.

Tabela 2.2: Classificação da GOLD da limitação do fluxo aéreo.

Classificação da gravidade de acordo com a avaliação espirométrica Pós broncodilatação $VEF_1/FVC < 0.70$	
GOLD 1	$VEF_1 \geq 80\%$ previsto
GOLD 2	$50\% \leq VEF_1 \leq 80\%$ previsto
GOLD 3	$30\% \leq VEF_1 < 50\%$ previsto
GOLD 4	$VEF_1 < 30\%$ previsto

*Fonte: Global initiative for Obstrutive Lung Disease [24].*

Tradicionalmente, as diretrizes da GOLD equivalem a gravidade da doença à gravidade da limitação do fluxo aéreo (GOLD 1 = leve, GOLD 2 = moderada, GOLD 3 = grave, GOLD 4 = muito grave). Entretanto, verificou-se fraca correlação entre o VEF1, a gravidade dos sintomas e o estado de saúde do doente, tendo ganho importância o papel de comorbidades como as doença cardiovasculares, a depressão e perda da massa muscular no controlo da DPOC.

A gravidade da limitação do fluxo aéreo é um preditor positivo da mortalidade e das hospitalizações, mas o histórico de exacerbações frequentes (duas ou mais exacerbações ou

uma hospitalização, no último ano) é, por si só, um forte preditor de risco futuro [39]. Assim sendo, a alteração do conceito da DPOC como algo mais do que uma doença de limitação do fluxo aéreo, promoveu a reformulação levada a cabo pela GOLD, introduzindo um novo sistema de monitorização com a Avaliação Combinada da DPOC. Os objetivos desta avaliação são:

- Determinar o impacto da doença na vida do doente;
- Determinar o risco de eventos futuros (exacerbações, mortalidade);
- Orientar o tratamento farmacológico com reabilitação respiratório do doente.

O quadro com a Avaliação Combinada da DPOC da GOLD (Global initiative for chronic Obstrutive Lung Disease) tem a classificação do estadiamento da DPOC baseada em três parâmetros: o risco devido à limitação do débito aéreo, o risco relativo ao historial de exacerbações e ainda o índice que avalia o grau de dispneia ou o índice que determina o impacto da doença na qualidade de vida do doente.

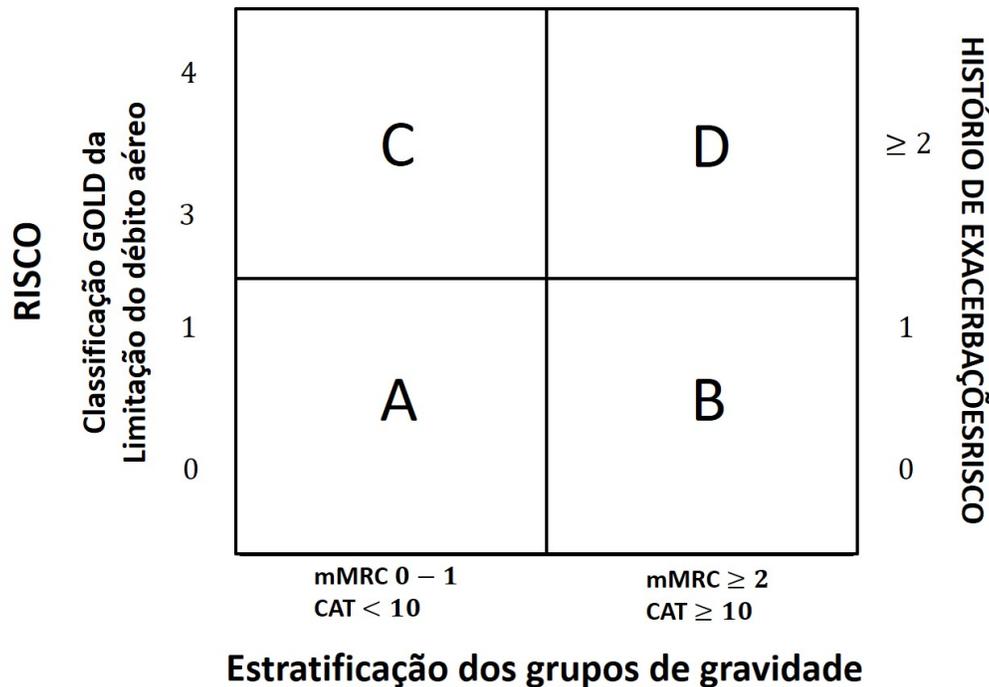


Figura 2.9: Avaliação Combinada da GOLD [24].

O parâmetro que permite aferir a função pulmonar é obtido através da espirometria (Tabela 2.2), o relativo ao historial de crises é por indicação do seu número de ocorrências no último ano e o que avalia a sintomatologia é dado pela resposta ao questionário CAT (COPD Assessment Test, Apêndice B) ou ao questionário mMRC (Modified Medical Research Council, Apêndice C) que determina o grau de dispneia.

Na Norma [37] constam também um conjunto de instruções com os procedimentos a realizar após o diagnóstico e a classificação do indivíduo num dos quatro grupos de gravidade supramencionados. Entre estas é de destacar a que consta do ponto três, destinado aos doentes com grau C e D, nível moderadamente avançado e avançado. É dito que “doentes com VEF1 inferior a 50% ou com sinais clínicos sugestivos de insuficiência respiratória ou insuficiência cardíaca direita devem efetuar avaliação da saturação de oxigénio por oximetria de pulso”. Posto isto, a eventual monitorização dos valores oximétricos do doente são uma valiosa ajuda nas reavaliações periódicas, dado que o exame funcional não é sozinho um indicador inequívoco e exclusivo da DPOC. A existência de doenças como a asma, as bronquiectasias, sequelas de tuberculose pulmonar e a repercussão pulmonar de insuficiência cardíaca que também utilizam este método como forma adjuvante de diagnóstico não permitem decisões terapêuticas sustentadas apenas no resultado do exame espirométrico.

No que diz respeito à telemonitorização da DPOC, a *ICT for Ageing and Independent Living* afirma que o acompanhamento de doentes com DCOP com recurso às novas tecnologias é efetivamente parte da solução para este problema de saúde pública. Para além disto, afirma que a ação deverá focar-se “*on empowering people with age related dependencies or disabilities to live independently, delay/avoid institutionalisation and staying active as much and as long as possible. Solutions may combine health, social care and smart living systems and 'age-friendly' environments*” [43]. Mais, o estudo desenvolvido por Sheree [44], no âmbito da aplicação da tecnologia no tratamento das doenças respiratórias crónicas e da DPOC, tem recebido boa aderência por parte dos doentes, destacando-se a sensação de segurança quanto à efetiva redução das exacerbações e do recurso aos serviços de urgências e hospitalizações. No Apêndice A, é descrito o panorama da telemedicina em Portugal e os problemas de interoperabilidade dos sistemas de telemonitorização.

A DPOC caracteriza-se pela diminuição da capacidade pulmonar e pelo aumento da frequência de agudizações com o avançar da doença. A espirometria é o método preferencial de diagnóstico e monitorização dos parâmetros respiratórios da DPOC, conjuntamente aos parâmetros cardio-respiratórios fornecidos pela oximetria de pulso. Assim sendo, a aposta passa pelo seguimento das normas usadas na prática clínica da DPOC com a integração de um sensor respiratório e de um oxímetro de pulso de forma a disponibilizar os parâmetros biomédicos específicos da DPOC a um profissional de saúde responsável. A prevenção das agudizações será realizada com a avaliação da sintomatologia e do historial de crises respiratórias e também com a emissão de alertas sempre que estes valores saírem da regiões de normalidade que constam nas *guidelines*.



# Capítulo 3

## Estado da Arte

Este projeto consistiu no desenvolvimento de um sistema de monitorização remota para pacientes com a doença crónica DPOC.

Em primeiro lugar e de forma a estar devidamente contextualizado, é apresentado o produto OneCare onde este projeto está inserido, com a descrição dos seus sub-produtos, dando ênfase às suas características e principais funcionalidades, onde parte integrarão a solução que se pretende atingir neste projeto.

De seguida, procura identificar-se estudos e trabalhos de investigação cujo foco esteja no desenvolvimento de sistemas de auto-gestão de doentes crónicos, em particular sistemas de monitorização no domicílio e de monitorização a partir de aplicações móveis. Nesse sentido, identificam-se sistemas de aquisição de parâmetros biomédicos, de recolha de informação clínica por meio de questionários para as Doenças Crónicas em geral. Logo após, são mencionados sistemas de monitorização para a DPOC, nomeadamente sistemas de prevenção e deteção de exacerbações.

Por último, são discutidas as vantagens e desvantagens de cada caso de estudo, fazendo uma análise comparativa entre estas e a solução projetada para a monitorização da DPOC neste projeto.

### 3.1 OneCare

A *ISA Intellicare* é uma *spin-off* da empresa *Intelligent Sensing Anywhere* (ISA) especializada em soluções de telemetria (envio de dados de uma localização remota para outra através de sensores), sediada em Coimbra. Partindo do *know how* da ISA na investigação e aplicação de novas tecnologias nas áreas da energia, combustíveis e ambiente, a Intellicare desenvolve soluções de monitorização na área da saúde de forma a proporcionar uma melhor qualidade de vida aos utilizadores dos seus produtos [45].

Neste contexto surgiu o OneCare. O seu principal objetivo é a transmissão remota de dados biomédicos com a possibilidade de acedê-los de qualquer localização com acesso à Internet. Deste modo, permite acompanhar o estado de saúde dos utilizadores do OneCare a partir de casa, nomeadamente de idosos e doentes crónicos por um profissional de saúde.

É uma solução centrada no utente, representando uma mais valia em situações tão diversas como:

- a monitorização de sinais num pós-operatório que dispense internamento, abrindo uma vaga na unidade clínica e, ao mesmo tempo, proporcionando uma maneira mais cómoda de recuperação focada na prevenção da doença;
- a monitorização de pacientes que necessitem de cuidados especiais e/ou continuados como no caso da doença neurológica de Alzheimer em que pode ser fornecida a localização caso sejam detetadas situações anómalas nos sinais biomédicos ou em caso de alarme ativado pelo próprio indivíduo;
- na monitorização de idosos ou indivíduos com uma saúde fragilizada, permitindo um acompanhamento constante do estado de saúde.

Para suprir as necessidades destes nichos de mercado, a linha de produtos OneCare possui até ao momento dois produtos: o *OneCare Safe* e o *OneCare Sensing*.

### 3.1.1 OneCare Safe

O *OneCare Safe* é um equipamento de fácil utilização que permite o acompanhamento do bem-estar do utente à distância pelos prestadores de cuidados e familiares (Figura 3.1). É especialmente indicada para a utilização de idosos e pessoas com necessidades especiais. As funcionalidades do dispositivo passam por acionar-se um botão de alerta que ativa um pedido de auxílio quer em ambiente domiciliário quer no exterior, deteção automática de quedas, localização GPS, chamadas e sistema de voz, bem como o envio e receção de alertas via Short Message Service (SMS) e/ou mensagem de voz.



Figura 3.1: Esquema do funcionamento do *OneCare Safe* [45].

O *OneCare Safe* permite assim que o utente esteja sempre acompanhado nas suas atividades diárias dentro ou fora de casa, aumentando a confiança, a autonomia e independência do idoso.

### 3.1.2 OneCare Sensing

O *OneCare Sensing* é constituído por um *kit* de fácil utilização que permite monitorizar a tensão arterial, frequência cardíaca, peso, glicemia, oximetria de pulso e electrocardiograma (ECG), possibilitando um acompanhamento contínuo do estado de saúde do utente e a deteção precoce de situações de risco, de modo a permitir uma intervenção atempada e eficaz por parte dos prestadores de cuidados [45].

O sistema é constituído por duas componentes:

- Aquisição, amostragem e transmissão de dados biomédicos;
- Receção, visualização e armazenamento de dados.

A primeira componente compreende a recolha das medições a partir de uma aplicação móvel para *tablet* chamada *OneCareTablet* que permite o emparelhamento com dispositivos externos, bio-sensores, com tecnologia *Bluetooth*. A aquisição dos dados pode ser contínua e em tempo útil com o envio dos dados a ser feito através do protocolo de transporte MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) ou pontual com o envio a ser feito através de um serviço próprio do OneCare.

A outra componente, após o envio dos dados das monitorizações para o servidor do OneCare, possui um cliente responsável pela receção e armazenamento, sendo depois disponibilizado os dados para visualização no portal próprio e no Portal da Saúde, como ilustrado na figura 3.2. As monitorizações são efetuadas pelo utente com a frequência adequada a cada caso, dependendo do tipo de utilizador. Uma descrição mais completa será realizada na secção 5.1.

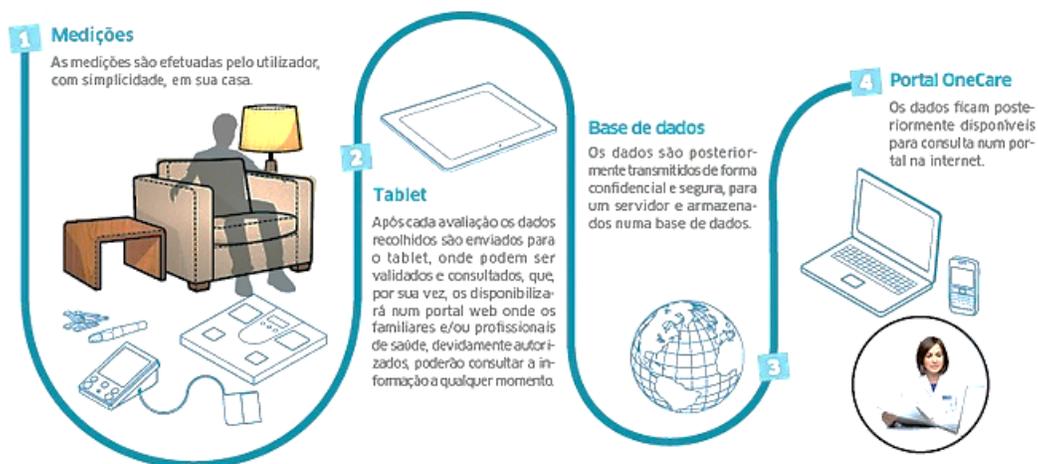


Figura 3.2: Esquema do funcionamento do *OneCare Sensing* [45].

A emissão de alertas de saúde (de vários níveis) na presença de desvios nos parâmetros medidos é uma importante funcionalidade do *OneCare Sensing*. Os alertas são configurados

e personalizados pelo cuidador de saúde responsável e registados na base de dados através da sua geração automática. Além de serem registados, ficam disponíveis no portal *web*, podendo ser enviados por *SMS* ou *email* para quem desejado. Deste modo, aumenta-se a eficácia da monitorização, evitando-se a validação diária de todos os dados por parte do provedor do serviço, bastando a preocupação de realizar o despiste dos alarmes diários emitidos pelo sistema. Assim, o utilizador configurado pode ser contactado e agir em conformidade consoante a categorização da gravidade da situação.

É no contexto do *OneCare Sensing* que este projeto está inserido. O objetivo passará por incrementar as suas funcionalidades com a adição de novos parâmetros biomédicos com integração de um sensor biomédico, espirómetro, e mais do que isso a inclusão de um módulo de monitorização para a DPOC. Compreenderá a aquisição de medições que vão desde os parâmetros biomédicos, à avaliação da sintomatologia (dispneia e expetoração) e historial de crises, permitindo classificar o estado dos pacientes de acordo com a classificação GOLD, bem como a emissão de alertas de saúde.

## 3.2 Estudo de aplicações destinadas às doenças crónicas

Os sistemas de suporte à decisão clínica (SSDC) são programas informáticos desenhados com o intuito de fornecer suporte especializado para profissionais da saúde durante a tomada de decisões clínicas. Estes sistemas podem ser utilizados no diagnóstico, na prevenção, no tratamento de doenças e na avaliação do tratamento do paciente [46]. Nesse sentido, o surgimento de sistemas especializados na monitorização de pacientes tem representado uma fonte importante de informação para os SSDC.

Deste modo, é relevante perceber como é obtida e disponibilizada a informação aos prestadores de saúde através da identificação das tecnologias e das arquiteturas envolvidas na monitorização remota de um indivíduo.

Seguem-se alguns estudos e produtos que se destacaram ou pelas opções técnicas efetuadas ou pela metodologia adotada para a avaliação e a validação dos sistemas para a monitorização de doenças crónicas.

### 3.2.1 In-home healthcare

Este estudo visou a implementação de um sistema de informação para ambiente domiciliário, destinado a seguir pacientes idosos para fins comerciais e pesquisas futuras [18]. O *In-home healthcare* está estruturado da seguinte forma:

- *Ontology Information Acquirement*: integra a informação pessoal da pessoa a monitorizar, parâmetros biomédicos obtidos a partir de dispositivos externos como um sensor de ECG, de oximetria de pulso, de pressão sanguínea e de medição da temperatura corporal e ainda possibilidade de ser introduzida mensagens por chamadas telefónicas ou de vídeo;

- *Nursing & Managing*: responsável pela monitorização dos pacientes crónicos, em que é possível realizar a análise dos parâmetros, relativos a determinada patologia integrados descritos nas *guidelines*, no *know how* fornecido por profissionais de saúde e consultar o histórico clínico, desencadear procedimentos de emergência e inserção de recomendações e conselhos médicos;
- *Data sharing and remote access*: parte do sistema dedicado ao tratamento dos dados com vista a determinação da condição atual do paciente com a aplicação de técnicas de *Data Mining*, servindo de suporte à decisão clínica.

Assim sendo, este sistema possui uma *set-top box* que serve de *gateway* de receção das medições fisiológicas que após serem recolhidas são enviadas para um servidor.

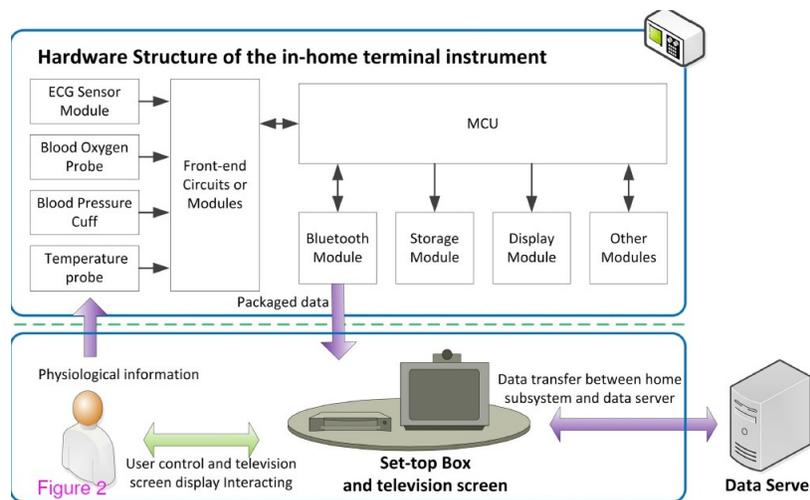


Figura 3.3: Subsistemas da aplicação *in-home*, incluindo a *set-top box*, o dispositivo de aquisição e os seus periféricos [18].

O envio para o servidor está dependente da decisão do utente. Depois de recebidas e processadas, são analisadas por clínicos e no decorrer desta análise são elaboradas recomendações ao paciente. O acesso ao histórico de monitorizações tanto pode ser através da *set-top box* ou através de um dispositivo móvel, um *Personal Digital Assistant* (PDA) com sistema operativo *Android* ou ainda respetivo portal web. Para além disso, a análise dos dados está dependente do perfil do paciente, no qual os doentes crónicos apresentam prioridade elevada. É-lhes atribuído um prestador de saúde, um médico, em vez de um enfermeiro como acontece nos restantes perfis.

Parte deste estudo compreendeu a avaliação e a validação em termos da usabilidade da interface gráfica. Para análise da performance, da confiança e segurança do sistema foi avaliada a resposta temporal do servidor na receção e envio dos dados e ainda resposta dos *mobile clients*, variando o tipo de comunicação sem fios entre o dispositivo móvel e o servidor. A aferição do *delay* entre os periféricos, sensores *Bluetooth*, e a *set-top box* foi obtido através

de testes subjetivos em 100 indivíduos, tendo 86% a classificaram como “muito baixo” e 10 como “baixo”.

No In-home healthcare, a escolha ter recaído sobre uma *set-top box* é um facto relevante, uma vez que este sistema *in-home* foi concebido para ser manipulado por utilizadores com idade avançada e com elevada incidência de doenças crónicas. Deste modo, um sistema em que a interação com o utilizador seja através da TV digital, e, conseqüentemente, incorpore uma *set-top box*, é em termos de aceitação e de usabilidade mais facilmente implementável, devido à enorme proliferação desta tecnologia.

### 3.2.2 mPHASiS

É um sistema que procura cumprir com os requisitos da monitorização de sinais vitais de pacientes detentores de doenças cardiovasculares com a aquisição de parâmetros cardio-respiratórios (saturação do nível de oxigénio no sangue, batimentos cardíacos e ECG), sendo também um dos objetivos otimizar os sistemas hospitalares com a sua integração através de *web services* [47]. É uma solução *End-to-End* que não se limita a uma rede com sensores e à monitorização de sinais vitais, fechando o ciclo com a emissão de alertas para o *smartphone* do cuidador de saúde.

O controlo ao acesso da informação foi pensado e baseado num modelo *Role Based Access Control* (RBAC) que etiqueta a informação consoante a sensibilidade, isto é, o acesso às informações é em função do papel do utilizador ou do processo no sistema. O RBAC foi adaptado para o mPHASiS, sendo constituído por dois componentes: as *authorization entities*, como o utilizador (paciente, médico ou enfermeiro), o papel (posição relativa do utilizador), a função (responsabilidades de cada papel) e o domínio (departamento funcional para o papel) e as relações entre estas *authorization entities*.

As mensagens são geradas e enviadas para uma porta do nó *SomsNET* e, finalmente, enviadas via conexão TCP/IP para o servidor. Foi criada uma rede de transporte local *Wi-Fi*, utilizada por defeito, e uma rede *General Packet Radio Service* (GPRS) para a transmissão das mensagens para o servidor.

Já o controlo do *mobile client* é feito através do *Sun Developer Network* (SDN) que define os três estados possíveis para a aplicação: pausa, em atividade e parada. Se existir um alerta num pacote de dados de um paciente esse é considerado prioritário, só depois a visualização dos dados dos restantes ocorrerá.

Tal como no estudo anterior, foram efetuados testes para avaliar o tempo de atraso e a confiança do sistema mPHASiS (tempo T1 da Figura 3.4).

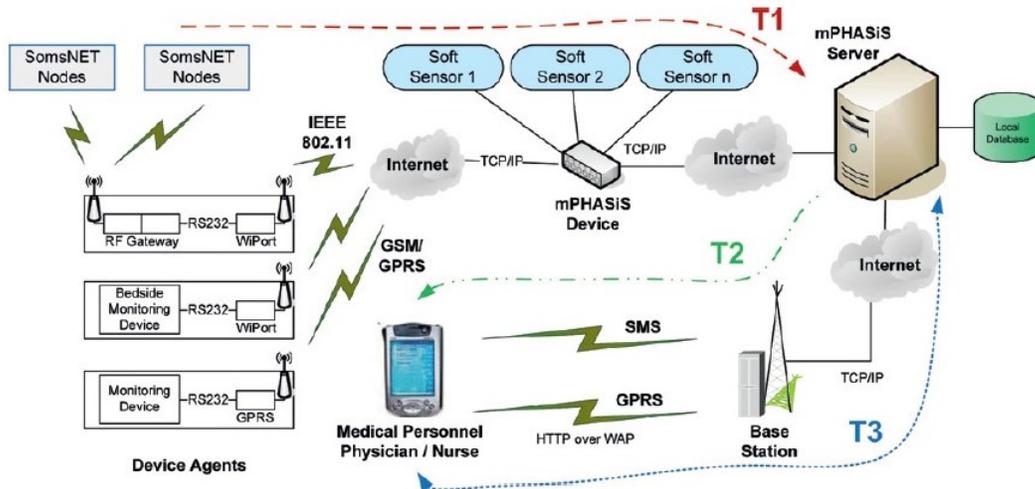


Figura 3.4: Configuração dos testes do sistema mPHASiS [47].

Foi determinado o tempo de atraso entre o *device manager* e o servidor, tendo-se concluído que o tempo de atraso inicial, que inclui a configuração da ligação TPC/IP, e o tempo de atraso devido à autenticação são consideravelmente maiores do que os subsequentes tempos de atraso.

Foi medido também o *delay* entre o *smartphone* e o servidor. Para tal, foram medidos os tempos T2 (notificação do médico em caso de emergência) e T3 (caminho regular de comunicação entre o médico e o *mPHASiS Server*) para aferição do tempo de notificação do médico. Do resultados obtidos chegou-se à conclusão que, à semelhança do teste anterior, é o processo de autenticação e sua validação em que o atraso é maior sendo em média de 30 segundos. Para além disso, a qualidade e a conectividade da rede de *Wireless* foram os fatores que mais fizeram variar os *delay* registados.

O projeto do mPHASiS faz uso do modelo RBAC que devidamente concebido fornece flexibilidade e torna o sistema escalável. Ao incluir diferentes níveis de abstração de acesso aos registos com introdução do *role*, de hierarquias, de relações e restrições confere ao sistema um controlo que reforça as políticas de segurança do sistema.

Contudo, o problema de se pretender um design funcional do *Guided User Interface* (GUI) do cliente móvel e da *User Interface* (UI), a limitada capacidade do *Central Processing Unit* (CPU), a quantidade necessária de memória e a reduzida área de visualização tornam mais difícil obter-se uma aplicação *user-friendly*, intuitiva e de simples utilização.

### 3.2.3 TeleCare

O TeleCare é um projeto piloto português em parceria com o grupo PT Inovação, que surgiu no âmbito do Plano de Inovação 2010. É um sistema de telemonitorização concebido para ser utilizado dentro do contexto dos cuidados continuados de saúde [2]. É um sistema constituído por uma "pulseira inteligente". Consiste num sensor inteligente embebido numa pulseira ajustável que permite a recolha de dados de um pletismógrafo de reflexão para a extração

de parâmetros cardio-respiratórios e de dados de um acelerómetro 3D para parâmetros da atividade motora.

A transmissão dos dados do sensor inteligente para o *smartphone* é realizada através da tecnologia Bluetooth. Já a transmissão dos dados para o servidor é feita a partir de *smartphone* com sistema operativo (SO) *Android* através de tecnologias de internet sem fios (Wi-Fi e UMTS) e inclui a incorporação de uma base de dados SQLite sincronizada com a plataforma central de telemonitorização. O *smartphone* serve também de *gateway* entre a plataforma de monitorização central que é responsável pela receção e visualização dos valores, tele-configuração do *smartphone*, gestão dos pacientes e dispositivos de monitorização, geração de alertas automáticos, em caso de agravamento da situação clínica, e gestão dos utilizadores do sistema de acordo com as respetivas permissões.

O projeto da TeleCare é uma primeira tentativa de implementar um sistema de monitorização dentro do Programa de Telemonitorização em Portugal, que permite a inclusão na sua solução de parâmetros da atividade motora para além de parâmetros cardio-respiratórios. No *design* do sistema é de salientar a base de dados imbuída na aplicação móvel e sincronizada com o servidor central. Esta opção técnica é especialmente relevante pensando no suporte ao *disconnected computing*.

### 3.2.4 Diab-Memory

A aplicação austríaca Diab-Memory foi desenvolvida tendo em vista a obtenção de informação de doentes com Diabetes *Miellitus* do tipo 1 (DM1) [48]. A informação recolhida a partir deste *software* em fase piloto permite realizar a prevenção de episódios e complicações agudas da DM1, bem como dar a oportunidade destes em poderem controlar os seus níveis de glucose de forma independente. O Diab-Memory é constituído por ter 4 subsistemas: o terminal do paciente (telemóvel), o centro de monitorização e o portal *Web* e ainda um sistema de lembretes.

A introdução dos parâmetros é feita com recurso à introdução manual dos valores através de um dispositivo móvel, um telemóvel, num registo eletrónico do paciente específico da DM1. A sua análise pelo médico responsável permite efetuar o ajuste e o controlo do tratamento destes pacientes com a possibilidade de *feedback* diário com a emissão de mensagens SMS do médico.

O terminal do paciente, desenvolvido em *Java 2 Mobile Edition* (J2ME), é responsável pelo obtenção e envio do resultado da monitorização dos parâmetros da DM1 para o centro de monitorização, mas também pela receção das indicações clínicas. O centro de monitorização recebe, armazena e processa os dados vindos do dispositivo móvel com a implementação de um modelo hierárquico de acesso à informação de forma a garantir a segurança e integridade da informação dos doentes.

O sistema de lembretes é um processo automatizado que envia mensagens a lembrar o doente das medições que terá de efetuar e processa os valores de entrada a fim de gerar estatísticas, tendências e representações gráficas dos dados. O portal *Web* tem como função providenciar a visualização da informação, por meio de uma *JAVA applet*, quer para os doentes quer para os clínicos através de um *browser*.

Numa fase inicial, o estudo passou por efetuar testes à fiabilidade e à aceitação dos utilizadores da aplicação reuniu dez doentes com DM1 durante três meses. Foram reunidos um total de 13003 conjuntos de dados, perfazendo uma média de 14 parâmetros por paciente por dia e revelou uma boa aceitação, não tendo existido desistências na participação do estudo. A transmissão dos dados revelou uma taxa de sucesso à primeira tentativa de 96,5%. Para além disso, foi registada a melhoria nos níveis da hemoglobina glicosada e da média do valor da glicose no sangue: a primeira, no início do estudo encontrava-se nos  $7,9\% \pm 1,1\%$  já no final ficou-se pelos  $7,5\% \pm 0,9\%$ ; o nível da glicose passou dos  $141,8 \pm 22,5$  mg/dL para os  $141,2 \pm 23,1$  mg/dL, tendo porém esta diferença não se ter revelado estatisticamente relevante ( $p = 0,69$ ). A usabilidade da aplicação foi medida através da análise dos questionários completos respondidos por sete dos dez participantes no teste, sendo de salientar que dois doentes optaram por continuar a utilizar o Diab-Memory após a fase de testes.

Para além destes, também os oito profissionais de saúde envolvidos foram chamados a avaliarem o sistema, tendo sido classificado como de fácil utilização e auto-explicativo por cinco profissionais (questionário disponível para consulta no Apêndice D).

Tendo sido validado o conceito da aplicação, em colaboração com o Instituto de Tecnologia Austríaco, os utilizadores do sistema frequentam um programa de reabilitação de três semanas onde recebem formação sobre nutrição e atividade física personalizados para o estado atual da doença, ao mesmo tempo que aprendem a interagir com o Diab-Memory.

Um dos participantes, durante os testes efetuados no Diab-Memory, reportou problemas com a fraca cobertura de rede GPRS na área de sua casa. O problema foi resolvido com a introdução do atraso da transmissão dos dados até que a conectividade registre níveis razoáveis para o envio dos dados. Dois entre os participantes não se sentiram capazes de realizar a interpretação da informação, tendo referido a necessidade de receber *feedback* direto do clínico.

O Diab-Memory registou uma taxa de sucesso elevada na fiabilidade e aceitação da sua aplicação para telemóveis, muito embora a reduzida amostra de participantes influencie inevitavelmente a robustez dos resultados.

### 3.2.5 Wireless Health Outcomes Monitoring System (WHOMS)

O WHOMS é um protótipo *open source* cujo objetivo é aferir a qualidade da monitorização de doentes com doenças oncológicas após a realização de uma cirurgia. É comum após a alta hospitalar perder-se o contacto com estes doentes, pelo que a resposta a questionários é um dos métodos propostos de deteção precoce da condição de sofrimento do doente e de desencadeamento de uma rápida intervenção de forma a debelá-lo.

O estudo foi efetuado com 97 doentes oncológicos de cinco unidades hospitalares do Instituto Nacional de Oncologia de Milão em que foi pedido aos doentes para responderem a um questionário a partir de um dispositivo móvel, 12 vezes durante os meses de Janeiro a Fevereiro de 2004 [49].

O questionário posto à disposição dos doentes continha dez questões acerca de sintomas, tais como: dor, falta de energia, ansiedade, perda de peso, tosse, dificuldade em dormir, falta de ar, dificuldade em urinar, falta de apetite e problemas de concentração. Cada pergunta

do questionário foi avaliada numa escala de cinco sendo que o "1" representava ausência total e "5" presença do sintoma. O WHOMS envia periodicamente através de uma ligação WAP/GPRS os questionários para os dispositivos móveis que após serem respondidos pelos doentes são enviados para o clínico responsável para examinar o resultado, como se pode observar na figura seguinte.

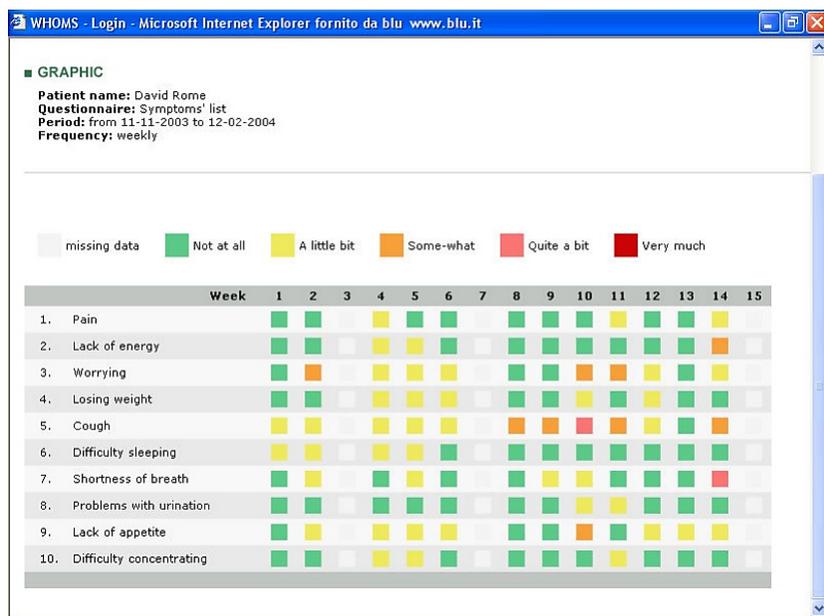


Figura 3.5: Resultado da resposta ao questionário de um doente [49].

A avaliação estatística do resultado da resposta aos questionários foi feita com base modelos logísticos, avaliando o género, o tipo de tumor, o tempo de resposta às questões e as perguntas não respondidas. As variáveis que demonstraram estar mais ligadas à aceitação em responder ao questionário foram a idade, o tempo de escolaridade e o *Familiarity with Communication Technology* (FCT), em que "0" não representa qualquer familiaridade e "4" grande familiaridade) *score*. O modelo conseguiu 83,5% observações corretamente classificadas com uma sensibilidade de 87,5% e especificidade de 78,1%, tendo-se verificado que um aumento de uma unidade do FCT representou um aumento na aceitação de 173%.

O estudo levado a cabo pela WHOMS chegou à conclusão que a principal razão que levou à recusa de responder ao questionário foi a não familiarização com este tipo de tecnologia de comunicação. Depois, constatou-se que a última pergunta do questionário não era muitas vezes respondida devido ao facto de estar próxima do botão de envio dos dados [49].

### 3.2.6 HealthVault

A HealthVault é uma plataforma *web* desenvolvida pela Microsoft em Outubro de 2007, classificada como um dispositivo médico pela FDA de classe "A" com o objetivo de recolher, armazenar, utilizar e partilhar informações de saúde *online* [50]. Este sistema de *Personal*

*Health Record* (PHR) é destinado tanto a utilizadores comuns, mas também para a utilização por profissionais de saúde. É uma ferramenta *open source* em que o utilizador é quem decide que informações introduzir, quem as pode ver, com quem as partilha e que aplicações de saúde têm acesso à sua conta.

A HealthVault é construída com recurso a tecnologias universais e *standard* como é o caso da tecnologia de interfaces *web* baseadas em XML-over-HTTP, suportando normas como a DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) para a gestão de imagens médicas ou a *Continuity of Care Record* (CCR) que define o *standard* dos registos de saúde. Devido à sua elevada interoperabilidade, tem-se a possibilidade de se aceder à informação do PHR a partir de um *hub*, evitando-se as ligações ponto-a-ponto. Tem um extenso conjunto de aplicações móveis como as destinadas ao *fitness*, gestão da dieta diária e mesmo de gestão de dados de saúde, e ainda a opção de se adicionarem equipamentos como os de medição de glicose, tensão arterial, oxímetros de pulso, balança, entre outras.

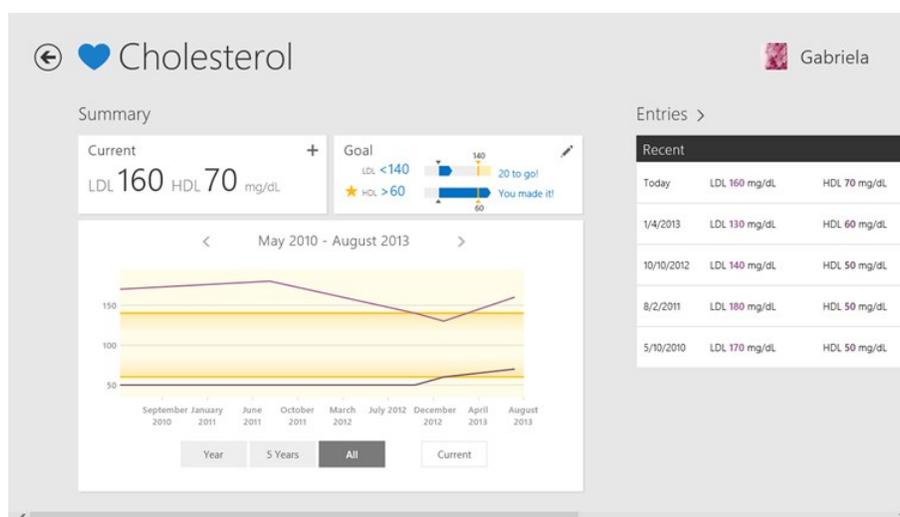


Figura 3.6: *Layout* do separador do Colesterol do portal *web HealthVault*. [50]

Numa parceria entre a *Microsoft*, a *Kaiser Permanente* e a *American Heart Association* elaborou-se um estudo para a demonstração da utilidade do HealthVault na monitorização de doenças crónicas. O estudo passou pela transmissão dos valores do sensor de pressão arterial tanto para o *website* Heart360 como para o portal da HealthVault. Os dados foram posteriormente acedidos por clínicos que face aos registos iam adaptando a medicação do doente. Concluiu-se que quem participou no estudo tinha 50% mais probabilidade de ter a sua pressão arterial sob controlo do que aqueles que foram monitorizados a partir das consultas de rotina com o especialista [50].

Este sistema da Microsoft não estando associado a nenhuma sistema de saúde, instituição de saúde, dispositivo ou tecnologia, para além de não ser atribuído ao utilizador um clínico responsável para a supervisão dos registos introduzidos, isentando-o de conflitos de interesse. Isto, traz-lhe uma grande vantagem dado que qualquer um poder melhorar e inovar a plataforma, beneficiando de todas as funcionalidades que a aplicação já possui.

Apesar da grande variabilidade de opções, a plataforma não é específica na monitorização de doenças crónicas, uma vez que não tem integradas as *guidelines* com os procedimentos a serem realizados pelos utilizadores. A adicionar a isso, a monitorização dos doentes fica dependente da prática clínica seguida por cada clínico que tiver acesso aos registos, não sendo possível uma correta avaliação custo-benefício dos resultados obtidos da monitorização.

### 3.2.7 Análise Comparativa

Dos estudos supramencionados, relativos à conceção de sistemas de monitorização de pacientes com doenças crónicas, é apresentado o resumo das suas principais características na Tabela 3.1, seguindo-se uma análise comparativa entre estes sistemas e o projeto do *One-Care Sensing*. De entre os critérios avaliados, procurou-se sintetizar questões relativas aos *inputs*, *outputs* e à arquitetura adotada para o sistema, bem como as tecnologias envolvidas.

Tabela 3.1: Comparativo das diversas aplicações destinadas à monitorização de doenças crónicas.

	In-home HC	mPHASiS	TeleCare	Diab-Memory	WHOMS	HealthVault
Parâmetros Biomédicos	x	x	x	x	—	x
Questionários	—	—	—	x	x	—
Suporte à Decisão Clínica	x	—	—	—	—	x
Portal <i>web</i>	x	x	x	x	x	x
Posicionamento	Piloto	Piloto	Piloto	Mercado	Mercado	Mercado
<i>Open source</i>	—	—	—	—	x	x
<i>Smartphone gateway</i>	S.O <i>Android</i>	x	x	x	x	—
<i>Set-topbox gateway</i>	x	—	—	—	—	—
Inteligência Artificial	x	—	—	—	—	—
Alertas de Saúde	—	x	x	x	—	—
Comunicação com o servidor	Ethernet	SMS/GPRS	WI-Fi e UMTS	Internet/SMS	GPRS	—
Comunicação com o <i>gateway</i>	<i>Bluetooth</i>	<i>Bluetooth</i>	<i>Bluetooth</i>	<i>Wireless</i> ou não	—	<i>Bluetooth</i>
Testes de Usabilidade	x	—	—	x	FCT <i>score</i>	—

À semelhança do *OneCare Sensing*, das aplicações destinadas às Doenças Crónicas fica claro que a grande maioria baseia o controlo das doenças ou só através aquisição de parâmetros biomédicos específicos ou através da resposta a questionários. Todas possuem um portal *web* que permite a visualização dos dados por cuidadores de saúde ou profissionais de saúde responsáveis. Verifica-se também a preferência do *gateway*, entre a recolha e o envio dos dados para um servidor central, um telemóvel ou *smartphone*, tendo apenas o In-home HC adicionado uma *set-top box* à sua solução.

É transversal a utilização da tecnologia *Bluetooth* para o envio dos dados dos dispositivos externos para o *gateway*, enquanto que a comunicação para o envio dos dados para o servidor variou entre Internet sem fios ou por SMS.

Em termos de geração de informação relevante através da aplicação de técnicas de inteligência artificial, apenas se registou a sua aplicação no In-home HC, pelo que se conclui que ainda não é evidente a aposta na sua inclusão nestes sistemas de monitorização. No entanto, o mesmo não acontece na criação de alertas de saúde resultantes da deteção de desvios nos parâmetros recolhidos, tal como no *OneCare Sensing*.

Quanto aos testes efetuados à aceitação dos utilizadores dos sistemas, metade refere a sua realização e importância (In-home HC, Diab-Memory e WHOMS), enquanto que os restantes ou não realizaram ou omitiram a informação dos testes efetuados.

De entre todos os sistemas descritos, a HealthVault é a ferramenta que implementa maior número de *standards* de interoperabilidade, muito embora os restantes apresentem componentes que implementam protocolos e arquiteturas padrão em telemedicina como acontece no *OneCare Sensing*.

De entre as aplicações mencionadas, o *OneCare Sensing* apresenta-se como o sistema mais completo, conciliando a recolha de parâmetros biomédicos a partir de sensores e a aferição da sintomatologia através de questionários. O sistema apresenta portabilidade, permitindo a realização da monitorização em qualquer lugar com ligação à Internet. A maioria dos sistemas limita-se à recolha de informação e à sua disponibilização num portal. Para além disso, o *OneCare Sensing* permite a criação de alertas de saúde na presença de desvio nos parâmetros recolhidos, sendo possível a priorização da supervisão dos pacientes.

### 3.3 Estudo de aplicações destinadas à DPOC

Nesta secção, é feita a revisão do que se tem vindo a desenvolver para a DPOC em telemedicina. A aplicação para a monitorização da DPOC a ser integrada na plataforma *OneCare Sensing* para além da recolha de parâmetros biomédicos, inclui requisitos que só serão cumpridos mediante a apresentação e resposta de questionários pelos utilizadores. Deste modo, considerou-se relevante a pesquisa de sistemas de monitorização cuja recolha dos parâmetros fosse realizado também por meio da resposta a questionários.

Por fim, identificam-se forças e fraquezas e extraem-se considerações para a integração de um módulo monitorização direcionado para pacientes com DPOC no *OneCare Sensing*.

#### 3.3.1 AERIAL

O projeto AERIAL está a desenvolver uma aplicação que, através da aferição da função respiratória do doente (realização de exames físicos e questionários) e da utilização de um modelo probabilístico, pretende determinar o risco clínico de agudização dos sintomas e, por conseguinte, a ocorrência de uma exacerbação [19].

Na Figura 3.7, pode observar-se a arquitetura do sistema de telemonitorização. Os parâmetros escolhidos para caracterizar uma monitorização da DPOC foram a medição da função respiratória, os níveis de oxigénio no sangue (*Take measurements*) e ainda os sintomas clínicos obtidos com a resposta dos doentes a um questionário (*Fill-in questionnaires*) a cada medição.

A comunicação entre o espirómetro, o oxímetro e a interface é feita através de *Bluetooth*. Depois disto, os dados são introduzidos numa rede bayesiana (*Intelligent Model*) que vai determinar a probabilidade de ocorrer uma exacerbação. Ao mesmo tempo, a informação é recolhida e armazenada num servidor central (*Web-centre*), onde depois responsáveis de saúde terão acesso e oportunidade de analisar essa informação (*Report current patient's health status*).

Dependendo do modelo de previsão, o doente pode receber informação sobre o seu corrente estado de saúde e uma notificação com o procedimento a tomar (*Report current patient's health status & advice*).

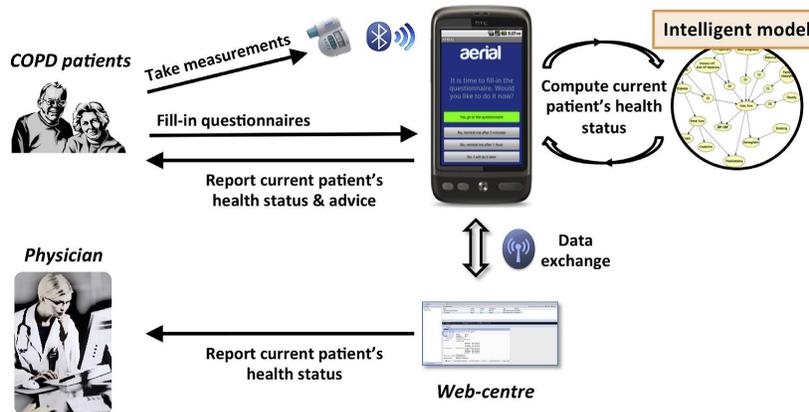


Figura 3.7: Esquema da arquitetura do projeto da AERIAL [19].

Na Figura 3.8, está um exemplo da proposta da AERIAL para o layout da aplicação móvel de avaliação dos sintomas através de um questionário.



Figura 3.8: *Layout* da aplicação móvel da AERIAL do iniciar do Questionário (à esquerda) e de uma pergunta sobre a evolução da tosse (à direita) [19].

Um dos problemas encontrados pela AERIAL foi o facto das crises serem bastantes espaçadas temporalmente. Tal, poderá fazer com que a monitorização e o esforço dos doentes

para cumprimento dos procedimentos diminua e, com isto, a previsível perda da eficiência da própria monitorização. Para além disto, os clientes (DPOC moderada a severa com um número de exacerbações superior a duas por ano) a que a aplicação se destina pertencem a uma faixa etária avançada, não estando, por isso, muito familiarizados com a tecnologia envolvida.

A questão da Segurança dos dados não foi deixada de lado, tendo sido aplicado o protocolo *Hypertext Transfer Protocol Secure* (HTTPS) para a encriptação dos dados e, assim, proteger-se a integridade dos dados e a privacidade dos doentes. É um requisito de elevada prioridade no desenvolvimento de aplicações que envolvam a manipulação de dados pessoais e de saúde dos utilizadores. Depois, foram concedidos o direito de acesso e manipulação dos dados pelos próprios pacientes para que o equipamento da AERIAL tivesse a designação de dispositivo médico, pois sem esta autorização e a devida certificação não seria possível conceber este sistema de previsão do risco de exacerbações.

### 3.3.2 VitalMobile Health (VHM)

A VitalMobile é uma empresa portuguesa sediada nos Estados Unidos da América especializada na prestação de serviços de gestão e monitorização a pacientes com problemas respiratórios, cardiovasculares, diabetes e outras doenças crónicas. De entre as diferentes configurações de monitorização, apresenta uma específica para pacientes com DPOC, a *Oximetry and Health Rate Solution* [20].

Esta solução passa pela recolha de *biodados* através de uma rede de sensores biomédicos: um oxímetro de pulso que recolhe valores do nível de saturação de oxigénio no sangue e a frequência cardíaca, um podómetro para o registo do número de passos, uma balança e um medidor de tensão arterial. Para além destes, o paciente é equipado de um ventilador passível de monitorização remota se necessário.



Figura 3.9: Esquema da plataforma da VitalMobile Health [20].

Os dados são enviados para a aplicação *iOS*, *Android* ou *Windows* do telemóvel do paciente e posteriormente via rede móvel para a base de dados da VitalMobile, onde são armazenados e processados. O acesso remoto dos registos biométricos para fins de diagnósticos é feito pelos profissionais de saúde autorizados que identifica possíveis alterações ao plano de tratamento ou necessidade de realização de hospitalizações.

É um sistema de monitorização sem fios para a DPOC em que da recolha de parâmetros de monitorização destes doentes crónicos é feita, essencialmente, com a oximetria de pulso (frequência cardíaca e nível de saturação de oxigénio) e com um podómetro. Apesar de apresentar uma aplicação móvel para a obtenção dos dados biomédicos, o fato de incluir dados vindos da ventilação assistida confere pouca portabilidade à solução, sendo portanto destinada a pacientes com a doença em estado avançado.

### 3.3.3 Spirodoc

O produto Spirodoc apresenta dois modos funcionais para a análise respiratória: médico e paciente. Incorpora três sensores um espirómetro, como o da Figura 3.10, com sistema de turbina digital, um oxímetro de pulso e um acelerómetro 3D (3 dimensões); e a existência de um questionário de forma a controlar a sintomatologia do paciente [21].

Tem a opção de ajustar o painel táctil a uma banda à volta da cintura do paciente que, ao fim de numa caminhada de seis minutos (6MWT, *6-Minute Time Walk*) com o aparelho, permite estimar a terapia de oxigénio a ser administrada ao paciente. Para além do referido o Spirodoc tem a capacidade de aferir a dessaturação do sono e a posição do corpo do paciente (com recurso a um acelerómetro).



Figura 3.10: Equipamento Spirodoc com o sensor e o painel táctil em modo “Espirometria” [21].

A disponibilização dos dados é feita através de uma interface para o utilizador que implementa a norma HL7: o winspiroPRO. Este permite obter tendências para qualquer parâmetro para cada paciente em memória. Os dados são enviados para uma base de dados, *Enterprise Resource Planning* (EPR) de um hospital ou de outro centro de Cuidados de Saúde através da Internet. Mais tarde, estarão disponíveis para a análise e manipulação na aplicação winspiroPRO, como se pode ver no exemplo na Figura 3.11, num computador (opção de transferência dos dados por uma porta USB) ou num dispositivo móvel (opção de conectividade por *Bluetooth*).

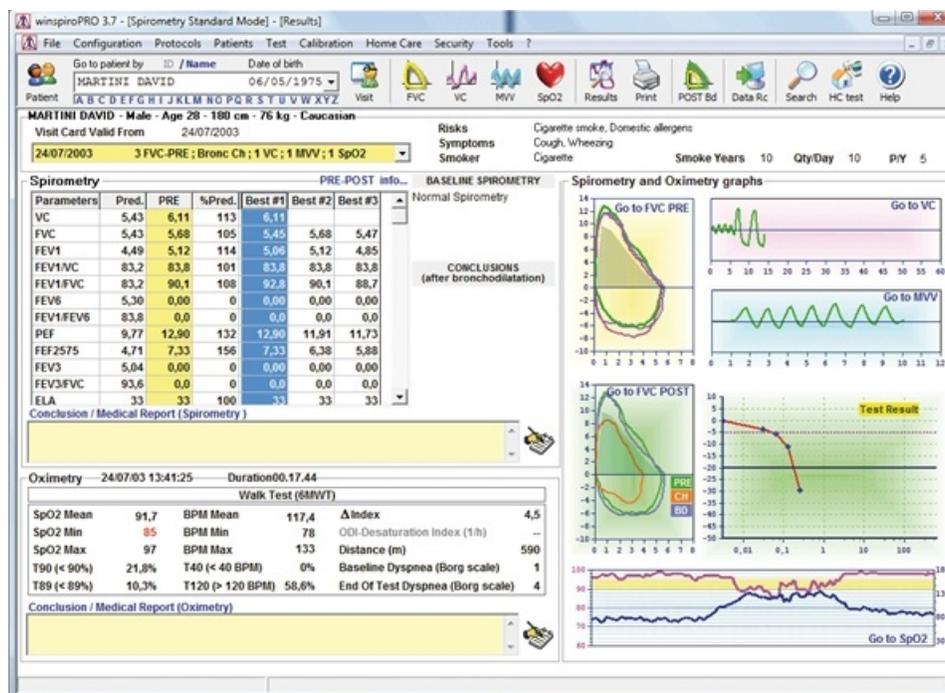


Figura 3.11: Interface *web* winspiroPRO de análise dos dados obtidos a partir do Spirodoc.

O Spirodoc apresenta um elevado número de funcionalidades que pode ser um obstáculo difícil de ultrapassar em termos de usabilidade, podendo mais facilmente provocar o abandono do utilizador do programa de monitorização. Esta situação é ainda mais delicada, quando se sabe que a telemonitorização da DPOC incidirá sobretudo numa faixa etária avançada pouco à vontade com estas tecnologias. No entanto, a aplicação da norma HL7 torna possível a sua integração com os sistemas hospitalares, podendo o registo único do paciente ser atualizado a cada monitorização sem grande esforço de sincronização entre o winspiroPRO e o sistema hospitalar.

### 3.3.4 Chronic Care Management Center (CCMC)

Este estudo refere-se ao desenvolvimento de um sistema de monitorização de pacientes com DPOC e foi testado com 157 pacientes (90 serviram de controlo) [22]. O sistema desenvolveu-se em torno do UCER (*Unique Chronic Electronic Record*) acessível através de uma plataforma *web*. Para além da monitorização contínua em ambiente domiciliário, este sistema com o registo único visa congregar toda a informação e disponibilizá-la nas diferentes equipas multidisciplinares responsáveis pelo tratamento partilhado destes pacientes. O sistema é constituído por um servidor vocacionado para a telemedicina localizado num *Chronic Care Management Center* (CCMC) e ainda diversos terminais que disponibilizam serviços intercomunicáveis. O servidor de telemedicina é composto por um *call center*, uma aplicação-servidor e ainda um servidor que fornece material educacional aos utilizadores sobre o sistema. Sempre que a chamada telefónica do paciente é do foro não administrativo é feito um

questionário de 10 perguntas de forma a se poder avaliar o estado do paciente.

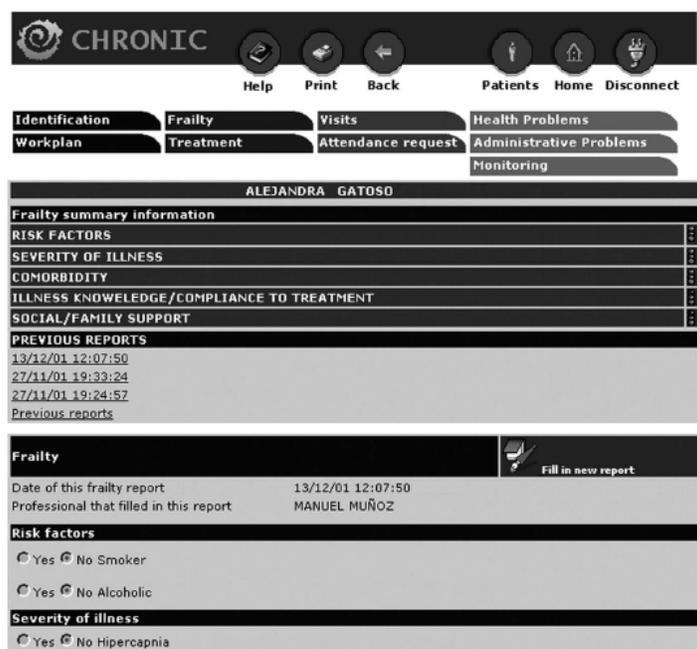


Figura 3.12: Interface *web* do CCMC [22].

A aplicação-servidor hospeda outras: *Web-based Patient Management Module* (WPMM), o módulo de telemonitorização e ainda o servidor de visitas ao domicílio. O WPMM foi desenvolvido e personalizado à medida das necessidades de *follow-up* de pacientes com DPOC e apresenta diversos componentes, como ilustrado na Figura 3.12. Entre os componentes pode consultar-se o tratamento em vigor, os relatórios das visitas ao domiciliário ou os resultados da monitorização de parâmetros fisiológicos da doença. Pode ser acedido por todos os utilizadores autorizados (pacientes, médicos, prestadores de cuidados, entre outros), tendo sido desenvolvido com recurso às tecnologias ASP, *Javascript*, *DataBase Connectivity* e uma base de dados *SyBase*.

A coordenação do teste piloto ficou a cargo de uma enfermeira que realizou as sessões de 2h de esclarecimento do sistema aos médicos e profissionais de saúde (tendo posteriores contactos informais para exposição de dúvidas); já os pacientes tiveram sessões de 1h30 e uma única visita domiciliar para a realização espirometria e de uma entrevista. Como medidas extraídas do teste foram: a o número de re-hospitalizações, visitas às urgências e a mortalidade registada. Dos resultado obtidos retira-se o baixar considerável das taxas de re-hospitalização no 1º ano (51,7% contra os 33,3% do grupo controlo) tendo sido utilizados testes não-paramétricos para realizar a comparação entre os dois grupos Mann-Whitney ou o Chi-Quadrado. Concluiu-se que possíveis exacerbações foram prevenidas decorrendo da avaliação da sintomatologia e de alterações no tratamento, sendo essas apenas possíveis com a inclusão do sistema de monitorização. A avaliação da aceitação pelos profissionais de saúde foi feita com um questionário, tendo revelado uma boa aceitação, salientando-se a sua

fácil utilização. Salienta-se a otimização dos recursos com um maior número de pacientes endereçados por médico, sem que isso tenha significado um aumento proporcional da sua carga de trabalho.

O CMCC é um sistema que para além da adoção de um modelo que integre registos unificados com os dados pessoais e de monitorização de pacientes com DPOC, de destacar a necessidade de realização de sessões educacionais para uma maior aderência e satisfação dos diferentes utilizadores do sistema.

### 3.3.5 AMICA

O sistema AMICA foi um projeto, ainda em fase piloto, apoiado pelos fundos da UE. De entre os objetivos do AMICA é poder auxiliar os serviços e atividades já existentes de apoio aos pacientes com DPOC, otimizando os recursos existentes, melhorando a qualidade de vida destes pacientes, evitando a re-hospitalizações com a intervenção médica atempada [23]. Deste modo, propõe um sistema que faça a deteção precoce da deterioração de parâmetros cardíacos, respiratórios e relacionados com atividade física do paciente; que seja de fácil utilização para os utilizadores, fazendo face aos desafios da interação Humano-Computador e ainda um desenvolvimento centrado no utilizador que inclui pacientes, médicos, prestadores de cuidados de saúde, familiares entre outros. O design do sistema inclui um PDS (*Patient Data Server*) que inclui o EPR do paciente acessível a qualquer elemento da equipa de tratamento desenvolvido em PHP, correndo num servidor *Microsoft Internet Information Server* (MIIS) a partir de uma base de dados SQL, um módulo de telemonitorização responsável pela receção dos dados de monitorização, um módulo educacional com vídeos para ensinar aos pacientes como usar o sistema com base nas recomendações dos médicos e das *guidelines*.

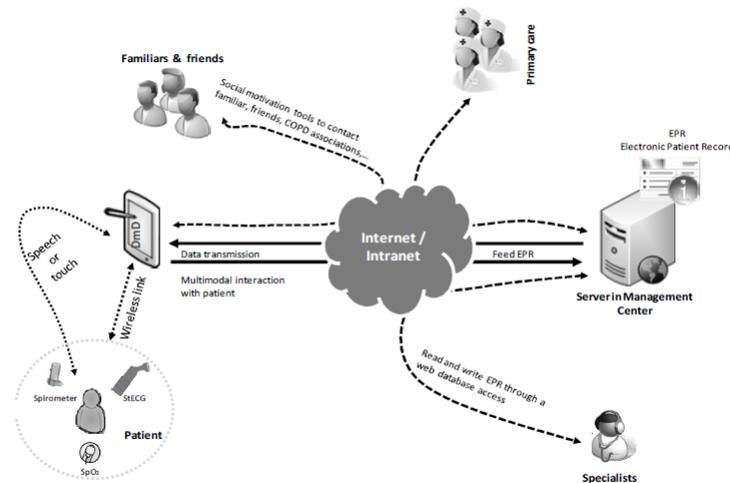


Figura 3.13: Esquema da arquitetura do AMICA [23].

Inclui também o *User Device* (UD) que consiste num dispositivo móvel dedicado com sistema operativo MS Windows Mobile com tecnologia 3D, *webcam*, som integrado que permite

a interação tanto por toque como por voz (desenvolvida através de .Net). Permite o acesso a uma agenda de lembretes de toma de medicação, um questionário diário e ainda receção das medições do *Sensor Unit* (SU).



Figura 3.14: Interface da aplicação móvel do AMICA [23].

Este permite a recolha dos sons pulmonares e ao mesmo tempo do registo do ECG que são enviados para o EPR num formato XML. A comunicação entre os diferentes módulos aplica as políticas de segurança e privacidade dos dados com o seu encapsulamento através do protocolo HTTPS e de uma transmissão segura (SSL). O piloto foi efetuado no Hospital de Cadiz com a inclusão de 25 pacientes com DPOC e outras doenças crónicas: 10 homens e 15 mulheres com médias de idade, respetivamente, de 73 e 87 anos. A avaliação do sistema foi feita com o *5-point Likert scale* e revelou elevada satisfação dos pacientes que participaram no estudo. No entanto, nas entrevistas finais foram registados possíveis melhoramentos como as cores e tamanhos do botões e um esclarecimento do questionário de avaliação da sintomatologia, mas que não afetou a avaliação do conceito de sistema de telemonitorização de doentes crónicos.

No projeto AMICA de salientar a adoção do standard universal XML de armazenamento e transferência de dados. A criação de um registo eletrónico com recurso a tecnologia XML ou semelhante deverá ser adotado, sendo importante tendo em vista evolução do sistema no qual o volume de dados que requer armazenamento aumenta.

### 3.3.6 Calculadora DPOC (cDPOC)

No Seguimento do Sistema de Classificação da GOLD para avaliação do estadio de um doente com DPOC, a *Apple* e os dispositivos com sistema operativo *Android* dispõem agora de uma aplicação para dispositivos móveis chamada Calculadora DPOC.

Desenvolvida pela De Boehringer Ingelheim Pharma GmbH & Co.KG em parceria com o apoio da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tsiologia (SBPT) e com a Pfizer, imple-

menta a classificação supramencionada. É uma interface que integra os parâmetros exigidos presentes no Quadro de Avaliação Combinada da GOLD e apresenta recomendações do tratamento a efetuar, consoante o resultado do exame físico de aferição da função pulmonar e do resultado da resposta aos questionários. Na Figura 3.15, tem-se o *layout* da simulação de uma monitorização de acordo com a classificação combinada da GOLD: o grau da função pulmonar, o número de exacerbações no último ano e o tipo de questionário, CAT ou mMRC, utilizado.

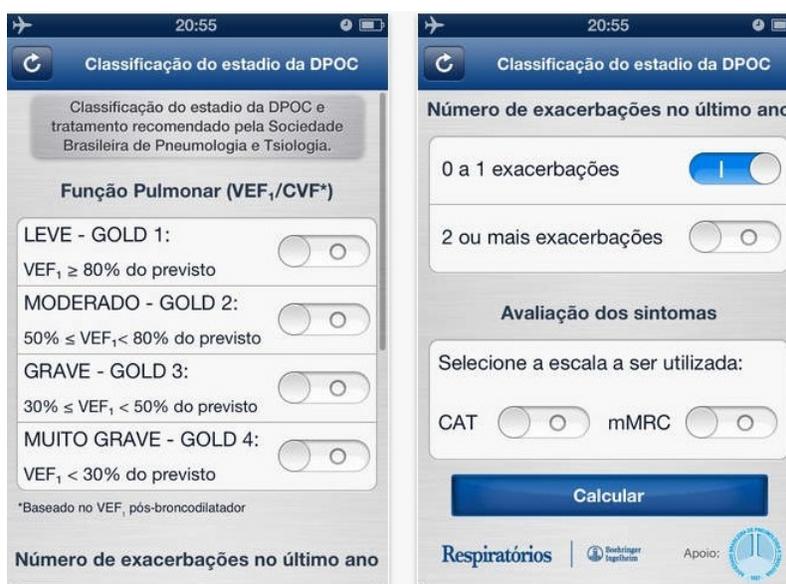


Figura 3.15: *Layout* da aplicação móvel da Calculadora DPOC com a classificação combinada da GOLD.

A Calculadora DPOC é um exemplo da aplicação da classificação da GOLD, porém o desenvolvimento desta aplicação foi direcionado apenas para profissionais habilitados a prescrever medicamentos e não para ser utilizada por doentes com DPOC. É referido que o número de instalações realizadas desde Janeiro de 2013 ficam entre as 1000 e as 5000, tendo sido considerado um registo baixo pelos autores Calculadora DPOC, devido à fraca aceitação por parte da comunidade médica.

### 3.3.7 Análise comparativa

À semelhança da secção 3.2, é apresentado o resumo das suas principais características dos estudos mencionados na Tabela 3.2 relativos à conceção de sistemas de monitorização de pacientes com DPOC, seguindo-se uma análise comparativa entre os sistemas e o projeto do *OneCare Sensing*. Tal como na comparação entre sistemas desenvolvidos para a monitorização de doenças crónicas, também se procurou sintetizar questões relativas aos *inputs*, *outputs* e à arquitetura adotada para o sistema, as tecnologias envolvidas e aspetos especificamente relacionados com a DPOC como a inclusão na solução da realização de testes

espirométricos e o cálculo da Avaliação Combinada da GOLD.

Tabela 3.2: Comparativo das diversas aplicações destinadas à monitorização da DPOC.

	<b>AERIAL</b>	<b>VMH</b>	<b>Spirodoc</b>	<b>CCMC</b>	<b>AMICA</b>	<b>cDPOC</b>
Parâmetros Biomédicos	Incluindo espirometria	x	Incluindo espirometria	x	x	—
Questionários	x	—	—	x	x	x
Suporte à Decisão Clínica	x	x	x	x	x	
Portal <i>web</i>	x	x	x	x	x	—
Posicionamento	Piloto	Piloto	Mercado	Piloto	Piloto	Mercado
<i>Open source</i>	—	—	—	—	—	x
<i>Smartphone gateway</i>	<i>Android</i>	<i>Android</i>	x	x	<i>Windows Phone</i>	<i>Android</i>
Inteligência Artificial	x	x	x	—	—	—
Alertas de Saúde	—	x	x	—	—	—
Comunicação com o servidor	<i>Wi-Fi</i>	—	<i>Wi-Fi</i>	GPRS	<i>Wi-Fi</i>	—
Comunicação com o <i>gateway</i>	Bluetooth	—	Bluetooth ou USB	Bluetooth	<i>Wi-Fi</i>	—
Testes de Usabilidade	—	—	—	x	<i>5-point Likert scale</i>	—
Avaliação GOLD	—	—	—	—	—	x

Verifica-se a inclusão da realização da espirometria na monitorização da DPOC em dois dos sete sistemas analisados: AERIAL e Spirodoc. Conclui-se que a integração de espirometria e de espirómetros ainda não é um ponto comum aos sistemas de monitorização da DPOC. Porém, a aquisição de parâmetros biomédicos é feita sobretudo com recurso à oximetria de pulso e com a inclusão da resposta a questionários de aferição da sintomatologia da doença, tal como também será feito neste projeto.

Quanto aos *gateways* de recolha de dados, a opção recai em *smartphones* e em particular em dispositivos com sistema operativo *Android* e na sua maioria com recurso à tecnologia *Bluetooth*, como no *OneCare Sensing*. No que diz respeito à comunicação com o servidor, essa é feita por *WiFi*, indo desde a utilização de GPRS até à tecnologia 3G.

Em termos de inclusão de módulos de inteligência artificial, o projeto da AERIAL destaca-se de entre os demais, superiorizando-se mesmo ao *OneCare Sensing*: realiza a previsão de crises respiratórias por meio de uma rede bayseana. É o projeto com mais pontos em comum com o *OneCare Sensing*, com a inclusão da espirometria, muito embora não permita aferir a Avaliação Combinada da GOLD nem geração de alertas de saúde relacionados com a deterioração do grau de gravidade da doença ou pelo nível dos parâmetros espirométricos. Estes alertas são objetivos do nosso projeto visto estarem descritos nas *guidelines* comumente aceites pela comunidade médica. É um aspeto importante já que ao constarem objetivamente nas normas da prática clínica, refletem um estado de saúde do paciente que pode ser indicador da necessidade de outros procedimentos médicos.

De salientar a reduzida preocupação que estes sistemas deram à aferição do grau de usabilidade. Apenas o AMICA e o CCMC os descrevem, com o primeiro a referir a utilização da *5-point Likert scale*. Contudo, dos resultados obtidos pelo sistema CCMC em

que foi implementado um programa cuidado de aprendizagem do sistema pelos utilizadores, pode concluir-se que no *OneCare Sensing*, a Prova de Conceito terá que incluir uma fase de aprendizagem do sistema do paciente em conjunto com o avaliador, com produção de documentação de forma a garantir o sucesso dos testes, a aderência e não desistência dos pacientes devido à frustração das expectativas para com o sistema. Para além da aprendizagem, foi transversal a todos os sistemas a preocupação de realizar melhoramentos nos elementos das interfaces das aplicações móveis acerca cor e do tamanho dos botões.

### 3.4 Considerações finais

Da análise efetuada às aplicações concebidas para as doenças crónicas em geral, verificou-se a conceção de sistemas que realizam a monitorização só da recolha de parâmetros biomédicos a partir de sensores biomédicos ou apenas da recolha das resposta a questionários de avaliação de sintomatologia. Já nas aplicações destinadas à monitorização da DPOC é realizada sobretudo com recurso aos parâmetros oximétricos, tendo apenas a Calculadora DPOC a inclusão dos questionários recomendados pela GOLD.

Este projeto pretende conciliar a obtenção dos três tipos de informação sobre a DPOC, conseguindo-se uma solução mais robusta ao abranger todas as vertentes desta doença multifatorial. A aposta passa por centrar a solução na integração de parâmetros espirométricos e informação que permita a classificação desta doença. Nesse sentido, é referida a importância da recolha de informação relativa à sintomatologia e historial da doença, mas também é efetuada a apresentação desta informação, devendo ser em função da prioridade dos dados extraídos para a avaliação da doença.

Deste modo, o *OneCare Sensing* superioriza-se a toda os estudos apresentados no que ao cálculo do GOLD e à classificação do estágio da doença diz respeito. O cálculo do GOLD fornece informação relevante quer para os prestadores de saúde quer para os familiares destes pacientes. O sistema de monitorização procurará incluir o maior número de parâmetros relacionados com o controlo da doença estável e das exacerbações. Para além disso, procederá à emissão de alertas para os prestadores de cuidados de saúde, conseguindo-se a prevenção de exacerbações, sendo que nos sistemas analisados apenas o da AERIAL permite a prevenção de crises respiratórias. A deteção precoce de crises respiratórias, que representam a grande preocupação relativamente à DPOC, é uma das prioridades deste sistema de monitorização, mantendo-se o doente com parâmetros normalizados.

A maioria dos sistema analisados apresentam uma proposta de *gateway* móvel com sistema operativo *Android*, o que vem corroborar com o pré-requisito de desenvolver este projeto nesta linguagem.

Uma das funcionalidades observadas em alguns dos sistemas foi a inclusão de base de dados sincronizada no *gateway* entre os dispositivos externos e o servidor, para acautelar situações de *disconnected computing*, promotora da assiduidade da realização do plano de monitorização. Devido à existência de outras prioridades de implementação como a integração de um sensor respiratório, questionários de avaliação de sintomatologia e o próprio desenvolvimento das interfaces gráficas para a recolha dos parâmetros específicos da DPOC,

não será incluída esta funcionalidade.

Em síntese, este módulo de monitorização da DPOC do *OneCare Sensing* procura obter a informação essencial dos pacientes, que após a consulta dos profissionais de saúde responsável quer através da interpretação dos dados das sessões de monitorização, quer através das notificações e alertas automáticos gerados através destas permitirá identificar um padrão de monitorização seguido no dia-a-dia. Não se pretende a inclusão de funcionalidades para a produção de decisões sobre estes padrões como acontece no HealthVault e no Synergy-COPD. Contudo, o *OneCare Sensing* terá que contornar alguns dos problemas identificados nos sistemas anteriores, como providenciar uma aplicação móvel capaz de criar a rotina de monitorização com elevada usabilidade do sistema.

# Capítulo 4

## Requisitos do Sistema

No capítulo introdutório foi feita a contextualização do projeto, tendo-se identificado a necessidade da monitorização de doentes com DPOC. Com a apresentação de estudos e aplicações comerciais destinadas a doentes crónicos, em particular aos doentes com DPOC, chegou-se à conclusão que era necessário para todos os atores do sistema (doentes com DPOC e cuidadores de saúde responsáveis) fazê-lo através de um sistema de monitorização com a integração de sensores respiratórios numa aplicação móvel.

Ao longo deste capítulo, realiza-se a apresentação dos objetivos estabelecidos, procurando-se identificar e sistematizar as necessidades para o desenvolvimento deste projeto. Nesta fase, é realizada a gestão não apenas dos conhecimentos técnicos, mas também dos organizacionais e de gestão de qualidade do produto.

### 4.1 Requisitos de Alto Nível

A decomposição do problema incluiu a elaboração de requisitos de alto-nível de forma a se obter uma visão geral de quais os atores e o papel de cada um nas partes constituintes do sistema: a aplicação móvel OneCareTablet Espiro e o portal *web* do *OneCare Sensing*.

#### 4.1.1 Identificação dos Atores

A definição dos requisitos do sistema requer que primeiro seja feita a identificação de quais os atores que podem interagir e qual a sua função no sistema.

##### **Paciente com DPOC**

O paciente com DPOC participa no sistema realizando as medições de cada tipo de monitorização para o controlo da sua doença.

## Profissional de Saúde Responsável

O profissional de saúde responsável participa no sistema através da supervisão dos registos dos utentes com DPOC, bem como os alertas emitidos.

### 4.1.2 Descrição dos Casos de Uso

#### Monitorizar DPOC

Um paciente com DPOC terá a possibilidade de controlar a sua doença a partir do domiciliário ou mesmo a partir do local de trabalho. Minimiza-se, assim, o impacto da doença no dia-a-dia destes doentes, podendo realizar uma prevenção das exacerbações regular e confortável, na medida em que não terão de se deslocar a um centro de prestação de cuidados de saúde sempre que desejam saber a evolução do seu estado da doença.

#### Supervisionar DPOC

O profissional de saúde responsável por um paciente com DPOC poderá ter acesso aos dados da monitorização deste no Portal e da análise destes poder desencadear uma ação caso verifique a descompensação do doente. Deste modo, o cuidador de saúde consegue priorizar a consulta dos doentes, consoante a necessidade de realizar-se uma observação *in loco* para a prescrição de nova medicação, exames complementares de diagnóstico ou mesmo proceder-se ao internamento do doente para a realização de tratamentos e, assim, evitar-se a instalação de novas comorbiliidades. Isto permite aumentar a eficácia do SNS na prestação de cuidados de saúde a doentes com DPOC, com as implicações financeiras inevitavelmente associadas.

### 4.1.3 Visão Geral dos Casos de Uso

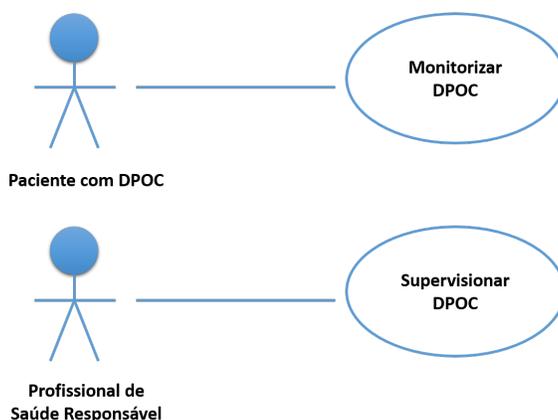


Figura 4.1: Casos de uso de Alto Nível.

No Apêndice F, os casos de uso de alto-nível foram detalhados para uma abordagem mais completa numa versão alargada dos requisitos funcionais identificados, igualmente na forma

de casos de uso. O diagrama com os casos de uso detalhados pode ser consultado na Sec ??, onde para além da descrição dos casos de uso, são apresentados os atores, os fluxos de ação e a prioridade e complexidade de implementação para cada um. Foram identificados cinco atores que interagem com o sistema através de 15 casos de uso considerados fundamentais para a implementação de um sistema remoto de monitorização para pacientes com DPOC com supervisão dos profissionais de saúde responsáveis.

Em termos práticos, o levantamento e definição dos requisitos funcionais permitiram direcionar a arquitetura do sistema e o código executável.

## 4.2 Análise dos requisitos funcionais

A reunião dos requisitos funcionais compreendeu reuniões com todos os *stateholders* deste projeto, nomeadamente o Cliente do *OneCare Sensing* personificado na pessoa do Eng. António Damasceno e reuniões com o Prof. Dr. António Segorbe e Prof. Dr. Carlos Robalo Cordeiro, ambos médicos Pneumologistas do Cedra, local escolhido para a realização da Prova de Conceito. Da pesquisa inicial e dos contactos estabelecidos, foi promovida a troca de ideias, tendo sido reunidos esforços na convergência das necessidades de todos os *stateholders* envolvidos, quer no desenvolvimento e quer na utilização do sistema *OneCare Sensing*. A importância da inclusão de informação relativa ao grau de expetoração dos pacientes com DPOC foi reiterada tanto pelo Prof. Dr António Segorbe como pelo Prof. Dr. Carlos Robalo Cordeiro para uma mais completa solução de monitorização, bem como a preferência do questionário mMRC em detrimento do CAT.

Para a definição dos objetivos do projeto foram analisados questões como a relação dos diversos atores com o sistema (aplicação móvel e Portal *web*) e os requisitos funcionais que estes terão que cumprir. Este projeto passou pela integração de um novo módulo destinado à monitorização da DPOC numa aplicação móvel já existente (OneCareTablet do *OneCare Sensing*). A abordagem seguida para a sua gestão foi baseada na abordagem típica de um projeto de *software*. Deste modo, foram implementadas funcionalidades que permitiram a obtenção dos parâmetros de monitorização da DPOC. A partir de dois dispositivos externos ao OneCare Tablet Espiro, o espirómetro COPD-6 e os oxímetros de pulso, da Nonin, são efetuadas as medições pelo paciente. Verificou-se que a monitorização do paciente e da DPOC teria de compreender três modalidades essenciais: completa, simples e da GOLD (Figura 4.2). Como o nome indica, a Monitorização Completa permitiu ao sistema obter todos os parâmetros do OneCareTablet Espiro: os que entram para o cálculo do GOLD (VEF1, VEF6, VEF1/VEF6, *score* do questionário mMRC e crises respiratórias), a saturação do nível de oxigénio (SpO2), o pulso e o *score* do questionário da expetoração.

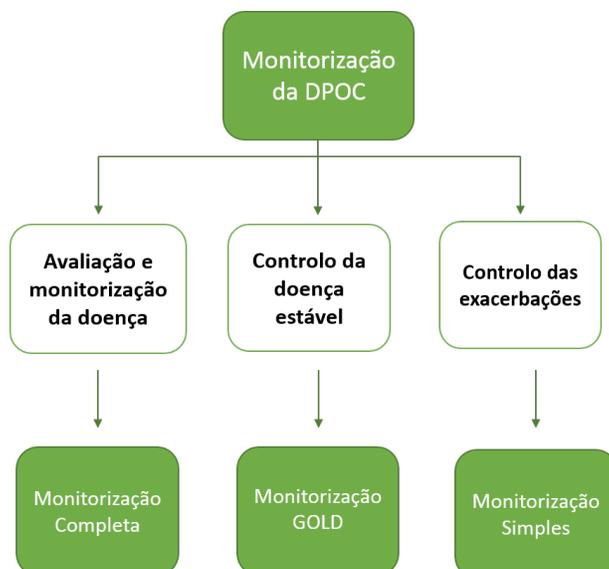


Figura 4.2: Tipos de monitorização da DPOC.

A Monitorização Simples contempla apenas os parâmetros espirométricos típicos da DPOC e os resultantes da realização da oximetria de pulso. Por último, o paciente tem a possibilidade de realizar as medições que permitam o cálculo do GOLD, Monitorização do GOLD, tal como ilustrado na Figura 4.3 .

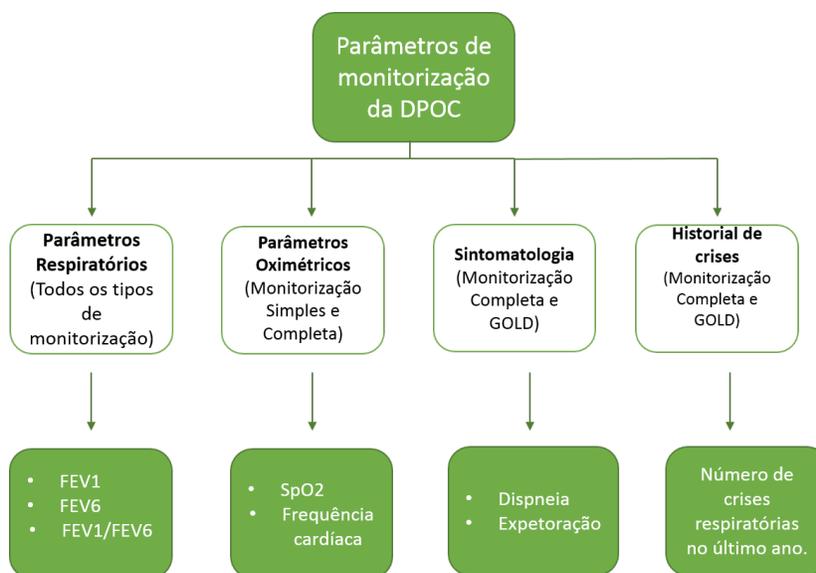


Figura 4.3: Parâmetros para monitorização da DPOC.

Para cada um dos tipos de monitorização supra referidos, o sistema verifica sempre se está em condições de emitir alerta: VEF1 inferior a 50% e SpO2 inferior a 93%, bem como o cálculo da Avaliação Combinada da GOLD sempre que se verifique a validade de todos os

parâmetros envolvidos no processo. O paciente tem ainda a opção de registar todas estas medições manualmente.

Devido ao fato de não se tratar do desenvolvimento de uma aplicação móvel totalmente de raiz, este projeto utilizará algumas das funcionalidades já implementadas no *OneCare Sensing*, como a autenticação do paciente, a disponibilização da lista de pacientes monitorizados e o envio de medições para o servidor OneCare.

## 4.3 Análise dos requisitos não-funcionais

### 4.3.1 Idioma da interface

O *OneCareTablet Espiro* está integrado na aplicação *OneCareTablet* do projeto *OneCare Sensing*. Esta aplicação é parte integrante do sistema de monitorização de sinais vitais e parâmetros biomédicos do consórcio europeu GiraffPlus [51]. Deste modo, a aplicação foi desenvolvida de forma a suportar o idioma Português e o idioma Inglês. Assim, a aplicação não fica restringida à área do mercado nacional ou a língua portuguesa.

### 4.3.2 Usabilidade

Existem diversas definições e conceitos associados ao termo usabilidade. A usabilidade de um sistema é um conjunto de atributos de qualidade independentes como a facilidade de aprender ou a satisfação na utilização do sistema [52]. Pode ser também entendida como a "capacidade de um produto de *software* ser entendido, aprendido, fácil de usar e atrativo, quando utilizado em situações específicas" [53] ou como "a extensão na qual um produto pode ser utilizado por utilizadores específicos para atingir os seus objetivos de forma efetiva, com eficiência e com satisfação num contexto de uso específico" [54].

Porém, é sabido que a usabilidade pode influenciar a aceitação e adoção dos pacientes dos sistemas de auto-gestão e monitorização aplicados à saúde. De tal forma, têm vindo a ser estudadas as razões para o abandono de programas de monitorização remota de pacientes crónicos com a utilização de dispositivos móveis como os *smartphones* e os *tablets*. Problemas associados à usabilidade nomeadamente os devido à ineficácia do *design*, à falta de facilidade da sua utilização, à incompatibilidade entre as características do sistema e as necessidades, expectativas e características dos pacientes são as razões comumente atribuídas ao insucesso destes sistemas [55]. É, por isso, necessário assegurar-se com máxima eficácia os seguintes atributos de usabilidade [56]:

- Aprendizagem: grau de facilidade ao realizar determinada tarefa no primeiro contacto do utilizador com sistema;
- Eficiência: a rapidez com que executam determinada tarefa, após terem aprendido a usar o sistema;
- Memorização: grau de facilidade ao usar o sistema, após algum tempo sem estar em contacto.

- Erros: quantidade de erros cometidos pelo utilizador e a facilidade com que este sai de uma situação de erro.
- Satisfação: o quão confortável é para o utilizador operar com o sistema.

Segundo Ferre *et al.* (2001), a usabilidade não está relacionada unicamente com a interação, mas também com a ajuda e documentação disponibilizadas ao utilizador. Lee *et al* (2005) afirma que, para além disso, a usabilidade nos dispositivos móveis depende de diversos fatores, incluindo o próprio utilizador, o ambiente e as características do dispositivo. Estes fatores devem ser considerados na conceção e na avaliação do sistema, não ficando restritas à interface com o utilizador. A faixa etária de pacientes com DPOC na qual se registam mais hospitalizações é na dos 65 ou mais anos, representando cerca de 65% das hospitalizações nos Estados Unidos da América, no ano de 2005 [57]. Desta forma, os pacientes com taxas de hospitalizações elevadas são o público-alvo que se pretende incluir em programas de monitorização da DPOC de forma a melhorar a qualidade de vida do paciente, diminuir a afluência às unidades de saúde e consequentes hospitalizações. Para além das limitações físicas inerentes à própria doença, são pacientes que apresentam dificuldades cognitivas decorrentes do processo de envelhecimento natural [58], pelo que terão maior dificuldade em lidar com este tipo de tecnologias. Segundo Nielson, os utilizadores com idades superiores a 65 anos (seniores) continuam a ser mais lentos na utilização que fazem dos *websites*, cerca de 43% mais lentos do que utilizadores entre os 21 e os 55 anos (jovens), apesar desta tendência começar a inverter-se [59]. Os comportamentos não mudam com o alcançar dos 65 anos propriamente ditos, mas a partir dos 40 anos há já registo de défices de visão que requerem a necessidade de fornecer tamanhos de letras maiores. É nesta faixa etária em que a implementação de uma interface humano-computador tem que apresentar maior eficácia.

Num estudo feito por Nielson [59] com o objetivo de comparar a utilização de *websites* por seniores com a dos jovens, os seniores ficaram aquém dos jovens, em todas as métricas avaliadas, como presente na Tabela 4.1.

Tabela 4.1: Quadro com as métricas de avaliação de seniores e jovens na utilização de um *website*.

	Seniores (+65 anos)	Jovens (22-55 anos)
Sucesso na realização de tarefas	55,3%	74,5%
Tempo de execução das tarefas (min:seg)	7:49	5:28
Número de erros cometidos	2,4	1,1
Satisfação (De 1 a 7)	4,1	4,6

Depois, num outro estudo com objetivo de aferir a capacidade de visão de seniores e jovens, bem como a destreza e a capacidade de memorização na utilização de *websites*, obtiveram-se os resultados presentes na Tabela 4.2 [59]:

Tabela 4.2: Quadro com as capacidades físicas e cognitivas avaliadas durante a utilização de *websites* por seniores e jovens.

	Seniores (+65 anos)	Jovens (22-55 anos)
Visão	82%	95%
Destreza	73%	95%
Memória	49%	63%

A questão da usabilidade, não sendo um requisito diretamente relacionado com as funcionalidades da aplicação, é um aspeto importante na conceção do sistema de monitorização OneCareTablet Espiro. O desafio é desenvolver uma interface gráfica que seja usável por qualquer utilizador, mas tendo em consideração o potencial não conhecimento deste tipo de tecnologias, a idade, e sobretudo as limitações físicas (motoras, visuais, auditivas) decorrendo da sua condição de doente crónico. Da análise da Tabela 4.2, retira-se que a capacidade de memorização da interface é limitada em seniores. O *design* de aplicações móveis está dependente de um pequeno espaço do ecrã e dos reduzidos *displays* dos dispositivos que poderão interferir negativamente com o processo de monitorização, dependendo das opções tomadas. Assim, a criação de interfaces para a monitorização de pacientes com DPOC deverá ser feita de forma a rentabilizar o reduzido espaço de *display* de informação e, ao mesmo tempo, evitar sobrecarregar o paciente com informação a decorar à medida que navega pela aplicação. Mais, a apresentação de elementos com a mesma função/característica devem ocupar os mesmos locais na interface, tornando-a de fácil aprendizagem, simples de utilizar e capaz de suscitar a satisfação do paciente ao interagir com o sistema [60].

Não se assegurando o bom desempenho destes aspetos, poderá pôr-se em causa a qualidade da monitorização. A solução passará por ter uma estrutura padrão de ecrã, qualquer que seja o seu tipo, efetuar medições ou resposta a questionários, de forma ao utente saber inequivocamente a localização única de cada funcionalidade.

### 4.3.3 Design da interface

O *design* da aplicação teve a preocupação de implementar um *Front-end* e um *Back-end* coerentes. De acordo com as "The Eight Golden Rules of Interface design", uma das boas práticas de *design* e defendida por diversos autores ligados à área, é que deve ser alcançada a consistência entre as diversas páginas de uma plataforma [61].

Tabela 4.3: *The Eight Golden Rules of Interface design*

Regra	Proposta de Tradução
" <i>Strive for consistency</i> "	Procurar consistência de implementação
" <i>Enable frequent users to use shortcuts</i> "	Permitir que utilizadores frequentes utilizem atalhos
" <i>Offer informative feedback</i> "	Disponibilizar <i>feedback</i> informativo
" <i>Design dialogs to yield closure</i> "	Providenciar o diálogo para notificar a conclusão de ações
" <i>Offer simple error handling</i> "	Providenciar tratamento de erros simples
" <i>Permit easy reversal of actions</i> "	Permitir uma fácil reversão de ações
" <i>Support internal locus control</i> "	Suportar <i>locus of control</i> interno
" <i>Reduce short-term memory load</i> "	Reduzir sobrecarga de memória a curto prazo

Esta consistência deverá ser alcançada a diversos níveis como a apresentação de informação, botões, entre outros.

## 4.4 Restrições de negócio, técnicas e legais

A aplicação utiliza dados pessoais dos pacientes, estando sob a alçada do controlo e fiscalização da Comissão Nacional de Proteção de Dados [62]. Deste modo, é necessário assegurar-se que a confidencialidade dos dados não é violada através da implementação de permissões para o acesso e consulta dos dados dos pacientes. Para além disso, é importante que a manutenção de um histórico de dados permaneça apenas o tempo necessário até o seu encaminhamento com para o servidor do *OneCare Sensing* e que seja feita a encriptação tanto dos dados enviados como dos dados recebidos.

Nos próximos capítulos, é realizada a descrição da arquitetura e da fase de implementação da solução que permitiram o cumprimento quer dos requisitos funcionais como dos requisitos não-funcionais do projeto.

# Capítulo 5

## Especificação da Arquitetura e Escolhas Tecnológicas

A conceção da arquitetura permitiu orientar eficazmente o trabalho em termos práticos e garantir o cumprimento das metas com a performance desejada. Neste capítulo, começa-se por realizar pré-considerações necessárias para o enquadramento do projeto no conceito global do *OneCare Sensing*. De seguida, é feita a apresentação das tecnologias e dispositivos envolvidos na solução desenvolvida e procede-se à apresentação da arquitetura do OneCareTablet Espiro com a descrição dos requisitos que serviram de base à conceção da solução para o módulo de monitorização da DPOC. Por último, é realizada a descrição do processo de integração dos protocolos de comunicação dos dispositivos da Vitalograph e da Nonin.

### 5.1 Conceito do OneCare Sensing

Antes da descrição da solução implementada, é necessário enquadrá-la no produto *OneCare Sensing*. O OneCareTablet Espiro faz parte de um projeto mais amplo, o *OneCare Sensing* (descrito sumariamente na Sec 3.1), no qual o trabalho desenvolvido vai ser inserido. O conceito global do *OneCare Sensing* está resumido na Figura 5.1, onde o componente a verde é onde o trabalho desenvolvido foi maioritariamente realizado.



Figura 5.1: Componentes principais do *OneCare Sensing*

O esquema da Figura 5.1 pode ser lido da seguinte maneira:

1. Os dados dos sinais/ parâmetros biomédicos são recolhidos através de sensores com tecnologia *Bluetooth* que enviam os dados recolhidos para o *tablet Android*;

2. O *tablet* é responsável pela receção e pelo envio dos dados através da Internet para um *broker*, utilizando MQTT, no caso de medições contínuas, ou para uma *Thread*, no caso de medições pontuais, utilizando o serviço de direcionamento de medições do OneCare;
3. Um programa conectado ao *broker*/serviço recebe, descodifica e armazena os dados;
4. Os dados ficam disponíveis para serem lidos, manipulados e visualizados graficamente através de outro programa.

De entre os dados biomédicos disponíveis para serem recolhidos estão a aquisição manual e a automática através de dispositivos externos dos valores de tensão arterial, do nível de glicose, peso corporal da temperatura corporal, frequência cardíaca, ECG, entre outros.

Este projeto com os seus objetivos específicos da monitorização de uma doença multifatorial como é a DPOC, e decorrendo do levantamento de requisitos junto dos *stakeholders* vem mudar a filosofia de monitorização existente no *OneCare Sensing*. O desenvolvimento de um módulo com a recolha sequencial de diferentes parâmetros biomédicos fez com que se tivesse que pensar o desenho à medida da solução pretendida e que ao mesmo tempo lidasse de forma síncrona com o legado existente, como é descrito na Secção 5.3. Nas secções que se seguem descreve-se a solução obtida, fazendo referência às problemáticas e as soluções introduzidas.

## 5.2 Dispositivos e tecnologias

Durante a preparação deste projeto, foram recolhidas as necessidades tecnológicas de forma a desenvolver a solução final. Recorreu-se a um conjunto de produtos modernos e atuais e garantiu-se a obtenção de uma solução funcional, viável e tecnologicamente acessível.

Para tal, são apresentados em seguida os dois tipos de produtos, tecnologias e dispositivos, utilizados na implementação do módulo de monitorização da DPOC.

### 5.2.1 Tecnologias

A seleção das tecnologias em muito se baseou no seu carácter *open source*, disponibilizando documentação acessível e apoio em fóruns comunitários, dando uma liberdade que produtos com licenças pagas não o permitem. Para além disso, o legado do *OneCare Sensing* construído com este tipo de tecnologias fez com que a escolha se tornasse óbvia. As tecnologias utilizadas são descritas de seguida.

#### Bluetooth

O *Bluetooth* é um protocolo padrão que se caracteriza por transmitir dados sem fios, a um curto alcance, a baixo custo e com baixo consumo de energia, assegurando a compatibilidade com a maioria das tecnologias existentes no mercado [63]. A transmissão de dados entre

dispositivos, através de frequências de rádio (entre 2.402 GHz a 2.480 GHz) de curto alcance que possibilitam a criação de PANs de forma *ad-hoc*: sempre que um dispositivo entra no alcance de outro fica automaticamente conectado a este. A comunicação Bluetooth é baseada no modo de funcionamento mestre-escravo, sendo que na prática o que acontece é que o mestre está apenas conectado a um escravo de cada vez, comutando muito rapidamente com o escravo seguinte, dando assim a ilusão da ligação simultânea.

A especificação *Bluetooth* tem características importantes que o colocam como uma tecnologia segura para a transmissão de dados entre dispositivos. De isso exemplo, é o mecanismo de *frequency hopping*, a autenticação de códigos PIN e a criptografia de 128bits que garantem a comunicação segura e sem interferências. A *frequency hopping* "salta" constantemente de frequência para impedir a interferência e o enfraquecimento do sinal através da divisão da banda de frequências em 79 canais de amplitude 1MHz. Para tal, um conjunto de dispositivos estão sincronizados num relógio comum e num padrão de saltos de frequência dado pelo dispositivo de referência. Para além disso, a arquitetura base do protocolo inclui três camadas lógicas com a camada relativa ao *middleware* a permitir que as aplicações já existentes e as novas aplicações operem sobre ligações *Bluetooth*, nomeadamente o RFCOMM que permite que aplicações legadas operem sobre protocolos de transporte *Bluetooth*. Esta característica permite assim a comunicação do *tablet Android* com os diferentes dispositivos externos.

A solução deste projeto envolve a transmissão sem fios dos dados biomédicos entre dispositivos médicos o *tablet* através de um perfil SPP *Bluetooth*, onde o perfil Bluetooth é uma especificação da interface que permite a interoperabilidade entre os diferentes dispositivos *Bluetooth* através do protocolo RFCOMM [64]. Este protocolo é utilizado na criação dos sockets Bluetooth, proporcionando a transferência de dados de saúde de forma segura e garantindo a sua integridade.

## Android SDK

O sistema operativo *Android* é um sistema operativo móvel, desenvolvido pela Android Inc. e propriedade desde 2005 da *Google*, *open source* desde 2008. O mercado dos dispositivos móveis, nomeadamente dos Android está em crescimento. De acordo com os dados publicados pela *Canalys* [65], 79% dos dispositivos móveis comprados (cerca de 785 milhões) durante o ano de 2013 detinham um sistema operativo *Android*, mais 68% do que no ano anterior.

Com o lançamento do Android SDK (*Software Development Kit*), criou-se um *software* de interação entre o *hardware* e o utilizador através de um emulador e ferramentas de debugging. O *Android SDK* disponibiliza 4 componentes através dos quais o sistema operativo pode ter acesso à aplicação. Nem todos significam o acesso dos utilizadores à aplicação e alguns dependem dos outros, sendo que cada um exerce o seu papel e tem um ciclo de vida próprio dentro do desenvolvimento de uma aplicação *Android*. Assim, cada um constitui um bloco único, ajudando a definir o comportamento da aplicação: a *Activity*, o *Service*, o *Content Provider* e o *Broadcast Receiver*. De entre estes, a *Activity* é o principal componente, representando o ponto de entrada e saída da aplicação e a interface com o utilizador. O *Service* realiza tarefas de longa duração no *background* da aplicação, mesmo quando esta

está fechada. O *Component Provider* permite e gere o acesso ao armazenamento local como as base de dados SQLite e o *Broadcast Receiver* é um sistema de mensagens que permite a comunicação entre a aplicação e outras aplicações.

O estudo das suas características e principais funcionalidades contribui para o desenho da solução, tendo-se centrado a sua arquitetura nas *Activity* para a interação com os pacientes, a utilização do *Broadcast Receiver* para a deteção dos dispositivos externos e do Service para o redirecionamento das medições para o servidor OneCare. Para além disso, apesar de ser um fenómeno tecnológico recente, pelas suas características técnicas, fácil implementação, proliferação da sua utilização, mas sobretudo pela documentação disponível. Isto, porque é de salientar que no início do estágio, a aluna não detinha qualquer conhecimento no desenvolvimento de aplicações *Android*, ajudando a que a decisão pendesse para o desenvolvimento da solução em sistema operativo *Android*.

## JavaScript e HTML

O *JavaScript* é uma linguagem de programação interpretada, tendo sido concebida para ser uma linguagem *script* orientada a objetos, baseada em protótipos. Possui características semelhantes a outras linguagens como C, C++ e Java, distinguindo-se pela tipagem dinâmica e por não ser compilada. É utilizada em *web browsers* e, dentro desse contexto, a sua função passa por disponibilizar objetos que fazem com que os *scripts* interajam com o utilizador. Controlam e alteram o conteúdo da janela do *web browser* através do DOM (*Document Object Model*), isto é, alteram o comportamento inerente estático do *web browser*. A vertente mais comum encontra-se embebida em linguagem *markup* HTML e corre do lado do cliente *JavaScript* e não do servidor *web*, estabelecendo uma comunicação assíncrona com este [66].

A linguagem HyperText Markup Language (HTML) foi desenvolvida para "transmitir" informação dos documentos disponibilizados na *web* através do protocolo HTTP, predominantemente para fins estruturais. Com o propósito de estruturar e definir a natureza do conteúdo de uma página, utiliza *tags* ou etiquetas. A versão mais recente e a que foi utilizada neste projeto é HTML5, que combina as sintaxes do HTML4 e o *eXtensible Markup Language* (XHTML1.0), tendo sido acrescentados recursos que facilitam a construção de páginas. O HTML5 continua a ser legível para seres humanos ao mesmo tempo que se mantém consistente nos computadores e em outros dispositivos em *browsers* ou *parsers*. A evolução do HTML5 traduz-se em modelos de processamento detalhados de incentivo a implementações mais interoperáveis, podendo ser introduzido em aplicações multi-plataforma móveis.

A *framework Android WebKit* permitiu a utilização da combinação destas duas tecnologias *web*, proporcionando a criação de ecrã para a resposta aos questionários de avaliação de sintomatologia com um *layout* apelativo e intuitivo por meio de uma interface *JavaScript* para a descarga do questionário do servidor, o envio das respostas e controlo das interações com os pacientes. Mais uma vez, a aluna não possuía qualquer conhecimento sobre estas tecnologias no início do estágio.

## 5.2.2 Dispositivos

O *OneCare Sensing* possui um conjunto de dispositivos que permitem a aquisição de variados sinais vitais e/ou parâmetros biomédicos. Para o desenvolvimento e execução do módulo de monitorização da DPOC, foram necessários três dispositivos: um *Tablet Android*, oxímetros de pulso 4100 e WristOx2 da Nonin e um espirómetro COPD-6 da Vitalograph.

### *Tablet Android*

O aparelho fornecido tanto para a fase de desenvolvimento, de testes e Prova de Conceito foi um *tablet MID A10* com sistema operativo *Android* (Figura 5.2). É um aparelho considerado de gama baixa, com reduzida capacidade de processamento (Tabela 5.1).

Tabela 5.1: Quadro com as características principais do *tablet MID A10*

Característica	Descrição
Processador	<i>Cortex A8</i> , 1.3GHz
Memória RAM	512MB <i>DDR3</i>
Ecrã	Touch-screen de 7 polegadas e resolução de 800x480 pixels
Sistema Operativo	<i>Android 4.0</i>
Adaptador <i>WiFi</i>	8012.11 b/g/n

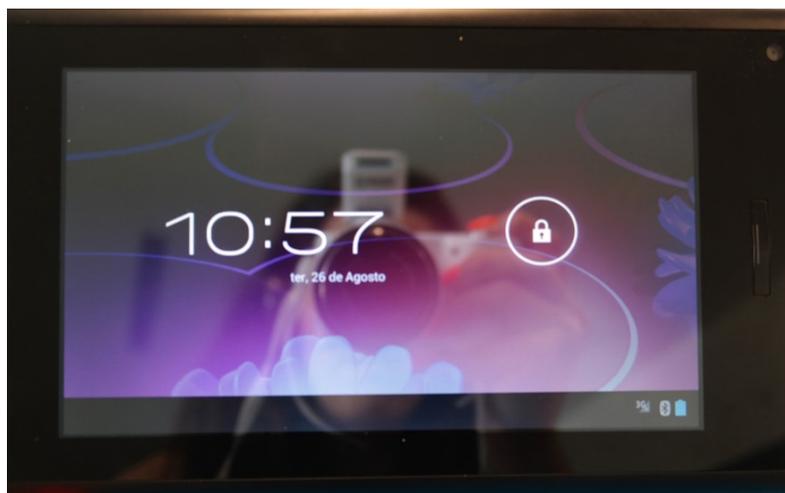


Figura 5.2: Dispositivo *tablet MID A10*

É um bom indicador da capacidade de generalização da aplicação se esta for processada na perfeição neste equipamento, revelando que o seu desempenho pode ser igualmente eficaz em outros equipamentos com semelhante capacidade de processamento, como a maioria dos

*smartphones* do mercado. Para além disso, possui características essenciais e imprescindíveis para o cumprimento de todos os objetivos deste projeto, como são os adaptadores *wireless* e *Bluetooth*, a tecnologia *3G* e relógio em tempo real.

### **Oxímetro de Pulso 4100 e WristOx2 da Nonin**

Os dispositivos 4100 e WristOx2 da Nonin são oxímetros de pulso que recolhem parâmetros cardio-respiratórios como a saturação percentual de oxigénio no sangue (SpO<sub>2</sub>) e a frequência cardíaca ou pulso através da técnica de fotopletismografia. São indicadores importantes para a avaliação do estado de saúde de pacientes com DPOC, em que após a sua recolha são enviados através da tecnologia *Bluetooth* para o dispositivo coletor.

A correta utilização destes dispositivos é através da colocação na ponta do dedo de um dedal. Através da deteção da quantidade de luz transmitida pelos tecidos do dedo, é determinada a saturação de oxigénio no sangue arterial em circulação, bem como a frequência cardíaca ou pulso do utilizador.

Foram utilizados estes dois dispositivos, tendo-se verificado a compatibilidade do protocolo de comunicação de ambos.

### **Espirómetro COPD-6 da Vitalograph**

O dispositivo COPD-6 da Vitalograph é um sensor respiratório portátil que permite a recolha de parâmetros respiratórios relacionados com o processo expiratório da respiração. Permite obter os parâmetros necessários ao controlo do estado de saúde de pacientes com DPOC e possui a tecnologia *Bluetooth* para o envio dos dados para o dispositivo coletor, indispensável para a sua integração no *OneCare Sensing*. O teste espirométrico calcula o VEF1, VEF6 e VEF1/VEF6, VEF1, VEF1, VEF6 e VEF1/FEV6 previstos e percentagem do VEF1, VEF6 e do VEF1/VEF6, relativamente ao previsto. Para além disso, é um dispositivo de simples utilização mesmo por pessoal não técnico, necessitando apenas de uma breve explicação do procedimento a realizar. Apresenta fácil manutenção e requer que a cada teste efetuado seja utilizado um bocal descartável, evitando-se a instalação de infeções e preservando-se o estado do equipamento. Enquanto que os dois primeiros foram disponibilizados pela ISA, o dispositivo COPD-6 da Vitalograph foi escolhido de entre os dez avaliados no processo PECA, dado ter sido o que reuniu maior número de requisitos definidos para a avaliação. Decorrente do estudo da DPOC, das necessidades de monitorização e do levantamento de requisitos do OneCareTablet Espiro, sofreu um processo até à sua aquisição de avaliação de *software*, *hardware* e do mercado dos espirómetros e sensores respiratórios disponíveis, como descrito no Apêndice E.



Figura 5.3: À esquerda, dispositivo COPD-6 da Vitalograph, ao meio e à direita o dispositivo 4100 e Wrist OX2 da Nonin, respetivamente.

## 5.3 Arquitetura do OneCareTablet Espiro

Tendo sido realizada a contextualização do *OneCare Sensing* e a descrição das tecnologias e dispositivos utilizados para a obtenção da solução final, segue-se a descrição das decisões tomadas durante a definição e análise da arquitetura do sistema.

### 5.3.1 Requisitos da arquitetura

Para alcançar o resultado final pretendido, como já foi anteriormente referido, a aplicação deverá fazer a recolha de parâmetros específicos da DPOC a partir de dispositivos externos, da sintomatologia por meio da resposta de questionários e a introdução do historial de crises respiratórias.

Verificou-se que a integração na aplicação dos diversos tipos de parâmetros específicos da DPOC poderia estar associada ao cumprimento de certos requisitos:

- O material disponível para o projeto não incluía um oxímetro de pulso com a medição pontual, mas de medição contínua. A solução encontrada para contornar este problema foi a adaptação do seu protocolo (descrita na Secção 5.4), visto a não existência no projeto de um oxímetro de medição pontual. Com efeito, esta adaptação teve como objetivo obter-se uma medida equivalente à fornecida por um oxímetro de pulso pontual. Da reunião com a equipa médica do Serviço de Pneumologia do Cedra, concluiu-se que com a obtenção de três medições válidas, procedendo-se à extração do mínimo destas, era possível reproduzir a aquisição pontual.
- Após a conclusão do processo de avaliação dos sensores respiratórios no mercado (Apêndice E) e da chegada do dispositivo COPD-6 da Vitalograph, foi necessário efetuar a descodificação do seu protocolo de comunicação. Para o cumprimento deste objetivo do projeto, procedeu-se ao estudo e implementação do protocolo para a receção

de mensagens com os parâmetros espirométricos específicos da DPOC. Desta análise, foi tido em conta a obrigatoriedade de poderem ser extraídos os parâmetros envolvidos no cálculo da Avaliação Combinada da GOLD.

- Para a aquisição de parâmetros biomédicos (automática e manual), para a avaliação da sintomatologia e para a introdução do historial de crises foi necessário projetar e desenvolver um conjunto de interfaces que fossem consistentes e intuitivas para os pacientes e que, ao mesmo tempo, fossem eficazes na recolha da informação para a monitorização da DPOC.
- Nestes sistemas, a realização de ações similares para a obtenção de objetivos semelhantes é importante na manutenção da consistência e padronização do sistema (Nielson, 1994). Tendo dois ecrãs de monitorização automática para a obtenção dos parâmetros espirométricos e oximétricos, bem como a existência de dispositivos com naturezas distintas, foi necessário agilizar os seus protocolos de comunicação e a forma como é realizada a sua comunicação com o sistema, para que as tarefas a serem executadas pelos pacientes fossem homólogas.
- Os requisitos de monitorização da DPOC pressupõem a verificação dos parâmetros adquiridos entre intervalos de valores presentes nas *guidelines*. Para tal, foi necessário separar a sua gestão da restante aplicação. À partida, a solução ótima teria sido a implementação de uma máquina de regras que isolasse esta parte da lógica do sistema, permitindo uma fácil compreensão, manutenção e a reusabilidade. Contudo, a lógica implementada é constituída pela geração e emissão de alertas de saúde que têm origem em poucas regras e simples, estando presentes nas *guidelines*, não sofrendo muitas alterações ao longo do tempo. Mais, verificou-se que não era necessária a alteração das regras durante o tempo de execução. Para além disso, não foi possível implementar uma máquina de regras, uma vez que da revisão do *software* que avaliam informações de acordo com regras de negócio previamente definidas, nenhum é compilado em *Máquina Virtual Dalvik* (MVD) [67], requisito prioritário do *OneCare Sensing* de não se proceder à compilação do código no servidor OneCare e, conseqüente, certificação do mesmo.
- Ainda quanto à questão dos alertas de saúde, foi necessário implementar um serviço que fosse responsável pelo seu envio para o servidor.<sup>1</sup> A implementação à semelhança do serviço já implementado para o envio de medições dos parâmetros biomédicos, foi com base num serviço *RESTful* onde cada solicitação enviada pelo cliente contém todas as informações necessárias para invocar o serviço ao utilizar métodos do protocolo HTTP, como o *GET*, *POST*, *PUT* e *DELETE*.
- A avaliação da sintomatologia dos pacientes, como já foi referido, foi obtida através da

---

<sup>1</sup>Serviços disponibilizados assentam sobre a arquitetura *Representational State Transfer* (REST), que se distingue dos restantes mecanismos, como o *Simple Object Access Protocol* (SOAP), pela sua simplicidade e por ser baseada num modelo orientado a recursos.

integração de questionários na aplicação através de uma *WebView* <sup>2</sup> (funcionalidade disponibilizada pelo *WebKit rendering engine* <sup>3</sup> para *Android*, que permite a integração de uma página *web* na aplicação nativa que se está a desenvolver). A página *web* com o questionário, quer o mMRC quer o relativo à avaliação da expetoração, foi desenvolvida em HTML e *JavaScript*, permitindo o descarregamento do ficheiro *JavaScript Object Notation* (JSON) do servidor com o questionário. Para que se fosse possível a troca de informação (envio da resposta às perguntas, informação acerca de falha de rede ao descarregar o questionário, respostas incompletas ao questionário), implementou-se uma interface entre o código *JavaScript* do formulário HTML com os questionários e o lado cliente da aplicação *Android*.

- Por último, a introdução de crises respiratórias tinha que ser realizada de tal forma que pudessem ser introduzidas tantas quantas pacientes necessitasse, bem como a oportunidade de serem eliminadas sempre que se pretendesse. Assim, obteve-se o resultado pretendido através de um *wrapper* que permite a adição da crise respiratória numa *ListView* e a sua eliminação através de um botão criado após a adição da crise respectiva.

### 5.3.2 Solução implementada

De acordo com os objetivos do projeto a desenvolver, os requisitos e as suas especificidades, a solução desenvolvida consistiu na criação de um novo módulo complexo de monitorização especializado na obtenção de diversos parâmetros biomédicos específicos da DPOC e na sua integração na plataforma existente do *OneCare Sensing*. A solução passou também por dar seguimento ao contexto apresentado na Sec 3.1, fazendo a reutilização das tecnologias e funcionalidades já implementadas no *OneCare Sensing*, mais precisamente do *OneCare Tablet*. No entanto, para o cumprimento dos requisitos procedeu-se ao desenvolvimento de um módulo de monitorização que inclui procedimentos de integração numa aplicação legada e é constituído por conjunto de ecrãs com predominante interação humano-computador. Permite a recolha de medições a partir de dispositivos externos sem fios, questionários contidos em formulários HTML, introdução de crises respiratórias e ainda a geração de alertas de saúde a partir da informação recolhidas durante estes ecrãs.

A arquitetura das aplicações desenvolvidas em *Android*, ao contrário do que acontece em *iOS* no qual é obrigatória a utilização do padrão MVC, não exigem a adoção de um padrão de desenvolvimento. Porém, uma arquitetura adequada à solução que se pretendia obter, afetava requisitos não-funcionais, como a manutenção, a extensibilidade e a performance das aplicações, para além de reduzir a complexidade do código e simplificar a produção de documentação [68].

A nível de organização de código do módulo de monitorização da DPOC, a sua arquitetura é baseada no modelo *Model-View-Controller* (MVC). O MVC possibilita a separação

---

<sup>2</sup>Informação disponível em: <http://developer.android.com/reference/android/webkit/WebView.html>

<sup>3</sup>Informação disponível em: <https://www.webkit.org>

entre o modelo de dados e a representação visual. O *Model* contém a lógica de negócio, a informação a ser apresentada e a forma como acedê-la. A *View* consiste na componente visual no ecrã, a título de exemplo um botão, e o *Controller* é o responsável pelos eventos desencadeados pela interação dos utilizadores com a *View*, comunicando-os ao *Model*. A grande vantagem deste padrão de desenvolvimento é tornar o sistema modular, sendo cada camada independente uma da outra; quando, por exemplo, há uma alteração no *Model*, não terá que existir alterações no *View*, sem que o *Controller* seja notificado [69].

As implementações na arquitetura em *Android* são centradas na *Activity*, constituindo o quarto componente no modelo MVC numa adaptação deste modelo no contexto do desenvolvimento em *Android*. Do estudo realizado por Sokolova [68] destaca-se a sua proposta de um modelo híbrido do MVC, o *Passive MVC*, onde a *Activity* atua como um controlador do ecrã e é o intermediário entre a *View* e o *Controller*. Delega para o *Controller* a gestão de eventos e para a *View* a camada de apresentação, mantendo o *Model* independente destes. Por conseguinte, optou-se por adotar a proposta de modelo ilustrada na Figura 5.4.

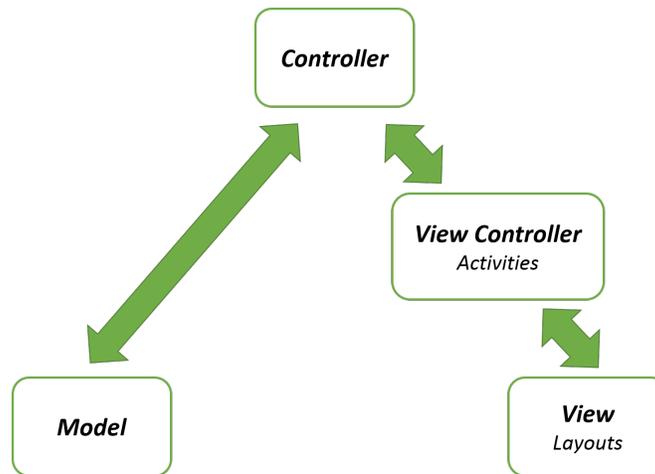


Figura 5.4: Arquitetura *Model-View-Controller* do OneCareTablet Espiro.

O *Model* é onde se encontra as regras de negócio da aplicação juntamente com as suas entidades. No OneCareTablet Espiro, a estrutura de dados da aplicação definida através de APIs: uma relativa às medições que lida com os parâmetros de monitorização recolhidos (*OneCareTablet API*) e outra para os eventos que permite a criação de alertas de saúde (*OneCare EventsAPI*). Os dados são armazenados localmente apenas o tempo estritamente necessário até ao envio dos dados para o servidor através do serviço de *routing* do OneCare (*OneCare DataRouter API*).

A *View* corresponde aos elementos visuais da interface com o utilizador que permitem a sua interação. Em *Android*, os ecrãs são definidos através de *layouts* como o posicionamento dos *TextView*, *EditText*, entre outros, em ficheiros XML.

O *Controller* consente a comunicação entre o *Model* e a *View*. É baseado num conjunto de classes que são responsáveis pela gestão do conteúdo visual. Quando a tarefa a ser executada

implica uma duração considerável, impossibilitando que possa correr na *Thread* principal da UI (*User Interface*), esta é colocada numa classe à parte.

Por último, de destacar a importância no módulo de monitorização da DPOC dos diversos *View Controllers*. Atuam como mediadores entre o modelo de dados e a representação visual, através da notificação dos elementos visuais das alterações registadas no modelo de dados. Ao mesmo tempo, reporta as alterações verificadas nos elementos visuais resultantes da interação com os utilizadores como a ativação/desativação dos botões, mudança da visibilidade *layout*, entre outros. Assim sendo, o *ViewController* é constituído pelas próprias *Activity*, na qual a componente " *View*" consiste em estabelecer algumas características do conteúdo gráfico, como a ativação/desativação dos botões, mudança da visibilidade do *layout*, enquanto que o componente " *Controller*" fica a cargo da realização de tarefas de duração mais curta. Deste modo, estes vão gerir os diferentes ecrãs de monitorização como os de aquisição automática de parâmetros biomédicos, de avaliação da sintomatologia e do historial de crises respiratórias, recorrendo ao mecanismo de herança de forma a criar subclasses que promovem a reutilização das interfaces gráficas ao longo do módulo.

Mais à frente neste capítulo, estão pormenorizados cada um dos módulos constituintes da arquitetura do OneCareTablet Espiro.

### 5.3.3 Vista da arquitetura

O desenho da solução centrou-se na obtenção de medições e no seu envio através de um *gateway*, um *Tablet Android* através da *Internet* para os servidores do OneCare. O módulo de monitorização da DPOC comunica com os *Dispositivos Externos* através de uma ligação segura *Bluetooth* para a transmissão dos dados biomédicos para o *Tablet Android*, onde a maior parte do trabalho foi desenvolvido.

A arquitetura do OneCareTablet Espiro é composta por vários componentes que possuem funções específicas e que interagem entre si. Na Figura 5.5, tem-se a vista interna da arquitetura do OneCareTablet Espiro e os seus principais elementos. A cor verde está o componente onde a maior parte do trabalho foi desenvolvido: implementação dos *View*, *Controller* e *ViewController* que a partir de dispositivos externos obtêm dados biomédicos. Estes que são processados e são constituídas medições e alertas de saúde através das respetivas APIs. Posteriormente, são enviados por serviços já implementados (envio de medições) e outros implementados neste projeto (envio de alertas) para o portal do OneCare. O componente *OneCare Android App* é constituído por sub-componentes que permitem agilizar as funcionalidades do módulo de monitorização da DPOC.

A aplicação OneCareTablet legada para a monitorização dos parâmetros biomédicos descritos na secção 3.1 só após a obtenção e constituição das medições é que as atribui uma pessoa monitorizada: sempre que é recebida uma nova medição é desencadeado o processo de seleção e atribuição de uma pessoa monitorizada.

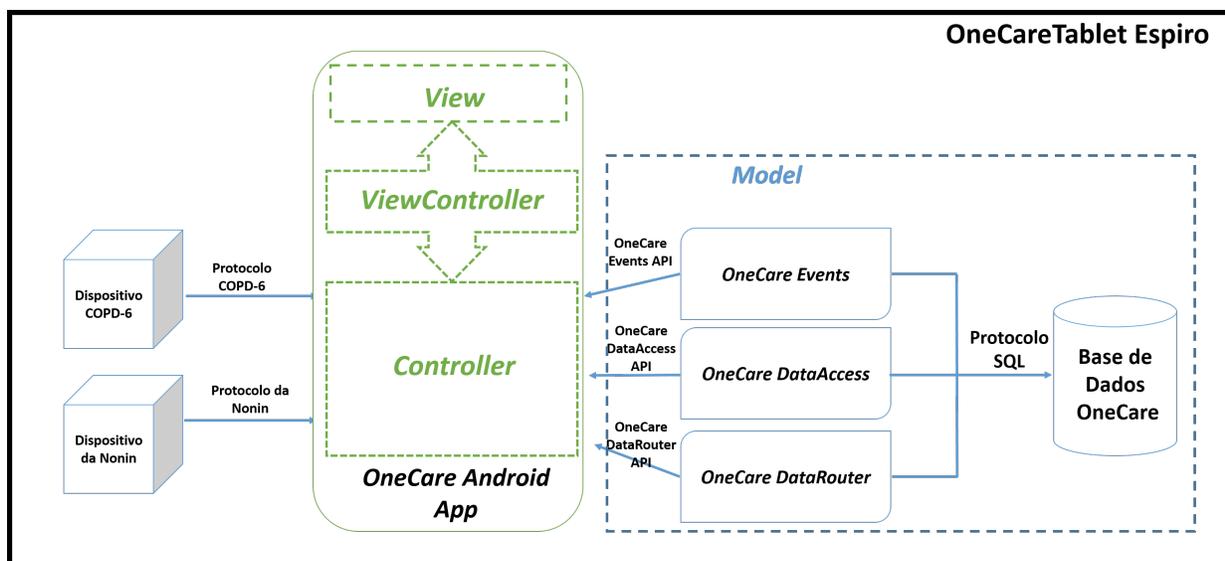


Figura 5.5: Vista interna da arquitetura do OneCareTablet Espiro.

O módulo OneCareTablet Espiro foi concebido de forma a incrementar a usabilidade do sistema e a forma encontrada foi através da diminuição do número de interações entre os pacientes e este. A monitorização de um paciente com DPOC implica a recolha de mais do que um tipo de parâmetros que incluem a aquisição de medições de dispositivos externos, resposta a questionários e introdução de crises respiratórias. Se fosse adotada o processo do OneCareTablet legado, o paciente teria que realizar estas medições uma de cada vez e em eventos isolados. Isto, para além de potenciar o esquecimento da monitorização de um ou mais parâmetros, não permitiria ou pelo menos dificultaria o processo de cálculo da Avaliação Combinada GOLD, bem como a emissão de alertas de saúde que compreendem intervalos temporais de validação para a validação das medições.

Deste modo, a arquitetura da solução baseia-se num conjunto de ecrãs sequenciais de obtenção de parâmetros de monitorização da DPOC, fazendo com que o paciente seja orientado durante a sessão de monitorização, não havendo a necessidade de iniciar uma aquisição de cada vez. O conceito deste módulo de monitorização implica que sejam efetuadas as medições e antes da passagem para o próximo ecrã de monitorização estas possam ser enviadas para o servidor. Assim, antes do envio a pessoa monitorizada já foi previamente selecionada, minimizando-se a perda de informação caso a sessão de monitorização tenha que ser interrompida por algum motivo.

Com efeito, no início da monitorização da DPOC a pessoa a ser monitorizada é escolhida, sendo o *Controller* já implementado responsável pela obtenção da lista de pessoas a monitorizar chamando os serviços disponibilizados pelo *OneCare DataAccess*, seguindo-se um processo de validação do processo de autenticação por meio da introdução de um código PIN (*Personal Identifier Number*).

Para os passos da monitorização da DPOC que incluem a recolha automática de parâmetros espirométricos e oximétricos, é necessário a realização da deteção e emparelhamento com os

respetivos dispositivos externos antes do início dos ecrãs de monitorização das mesmas, que é feito através de um componente do *ViewController* responsável pela gestão da ligação *Bluetooth* entre a *OneCare Android App* e os *Dispositivos Externos* (Figura 5.6).

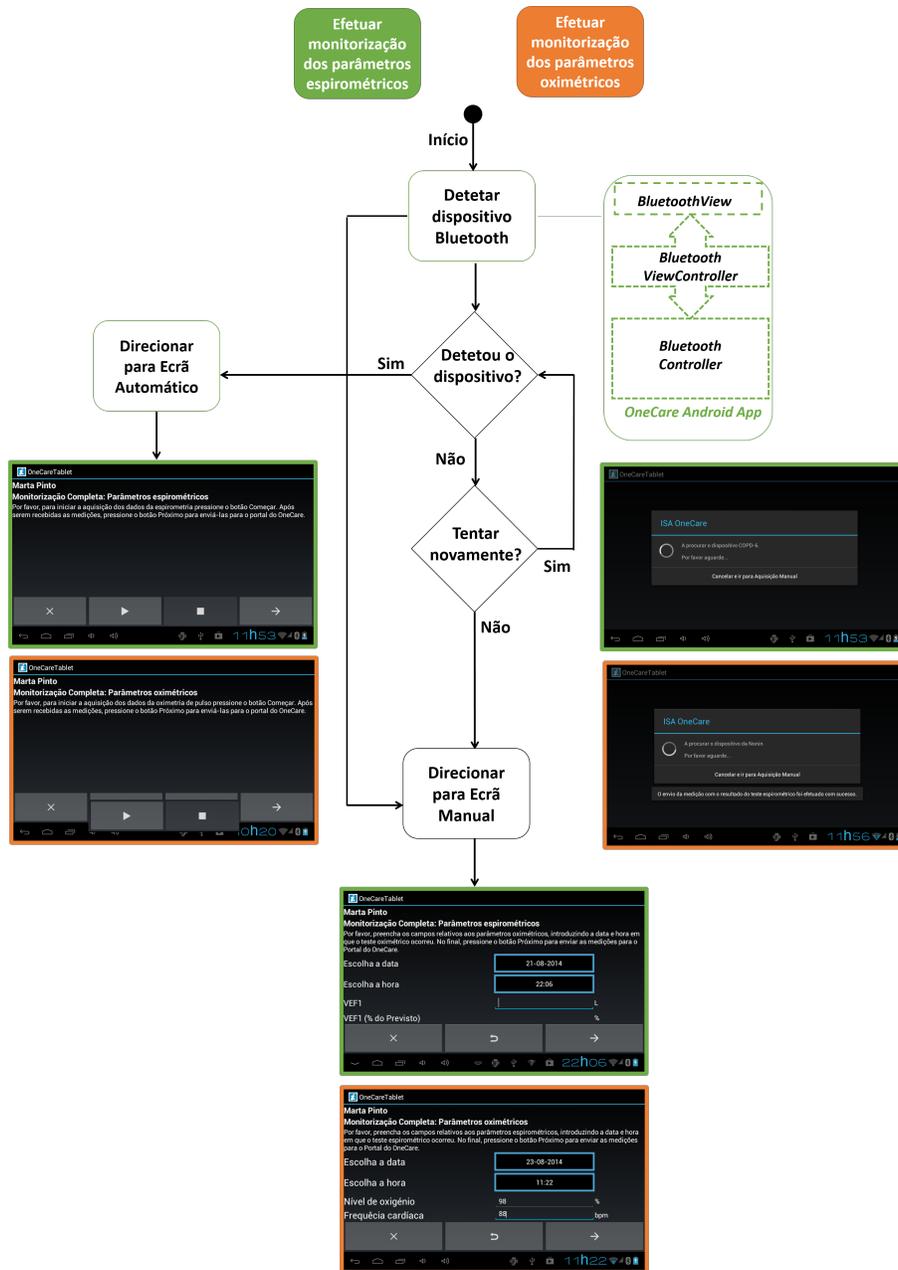


Figura 5.6: Fluxo de execução da aquisição automática dos parâmetros biomédicos: deteção do dispositivo e direcionamento para ecrã de aquisição automática.

Após a deteção é efetuada a ligação e recolha de medições dos dispositivos externos, estes comunicam com o *ViewController* que notifica o *View* para a apresentação do resultado desta

interação na interface visual com o paciente (Figura 5.7). Do processamento efetuado pelo *ViewController* e após dado o *trigger* pelo paciente para o envio das medições para o servidor OneCare são invocadas as APIs das medições e eventos (*OneCareTablet API* e *OneCare Events API*) que utilizam os serviços do *OneCare DataRouter* para o seu reencaminhamento e para posterior armazenamento na *Base de Dados OneCare*.



Figura 5.7: Fluxo de execução da aquisição automática dos parâmetros biomédicos: ligação ao dispositivo, realização e visualização das medições.

Na Figura 5.8, está exemplificado o envio das medições de oximetria e a verificação dos alertas de saúde, sendo o envio dos parâmetros espirométricos um processo homólogo, apenas

não havendo lugar ao processamento e emissão dos alertas de saúde.

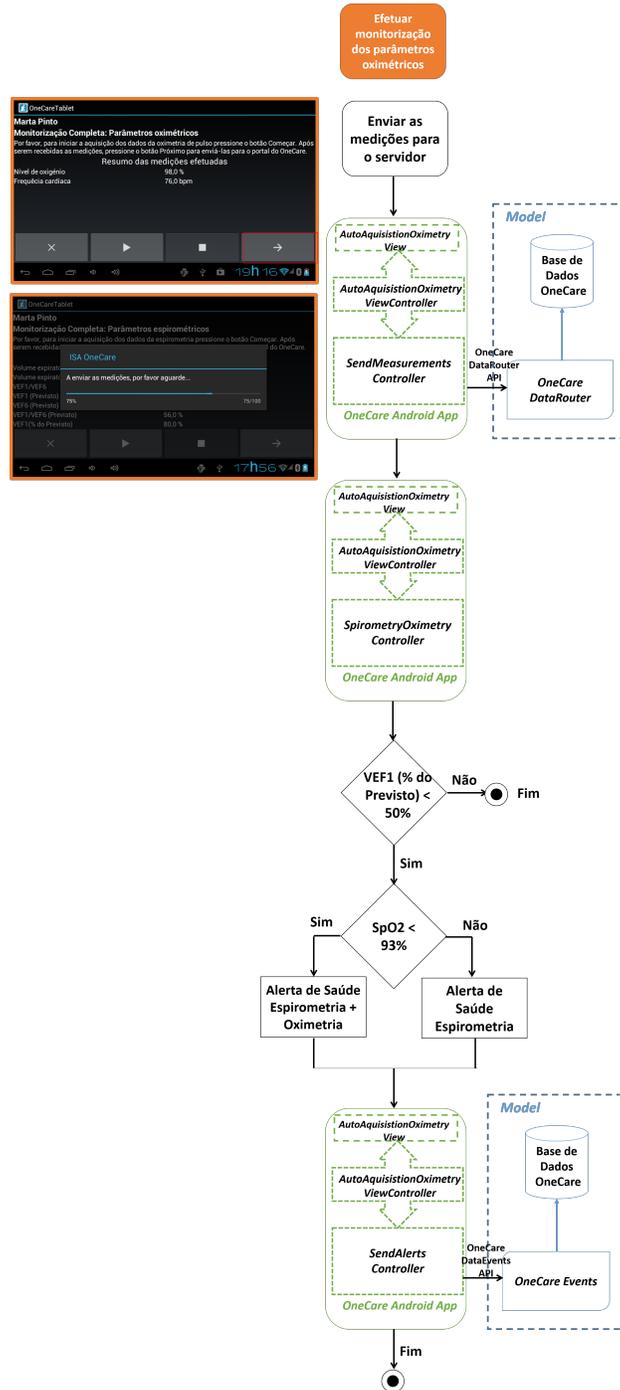


Figura 5.8: Fluxo de execução da aquisição automática dos parâmetros oximétricos: envio das medições para o servidor OneCare.

Uma descrição mais detalhada da arquitetura interna e dos fluxos de execução do One-

CareTablet Espiro encontram-se nos Apêndices H e G, respetivamente.

### 5.3.4 Model

O *Model* é constituído por um conjunto de APIs que permitem a criação de medições (*OneCareDataAccess API*) e alertas de saúde (*OneCareEvents API*) e envio (*OneCareDataRouter API*) de medições pelo módulo de monitorização da DPOC, bem como o acesso à lista de pessoas a monitorizar (*OneCareDataAccess API*). No caso do acesso às medições armazenadas no servidor OneCare a partir do OneCareTablet Espiro, foi necessário a implementação de um método ao *OneCareDataAccess API*. O acesso às APIs é disponibilizado através de chamadas REST com um encapsulamento suportado em JSON. Para o acesso à API REST, tem-se um URL base ao qual são acrescentados identificadores do recurso a aceder e os parâmetros utilizados na chamada. De modo a garantir-se a segurança, o acesso ao serviço REST é efetuado recorrendo ao protocolo HTTPS, sendo limitado a pedidos que incluam um *token* de sessão OneCare, previamente obtidos.

#### OneCareDataAccess API

A API é utilizada para a criação das diferentes medições para a monitorização da DPOC. Corresponde ao método utilizado no OneCare para a recolha de medições. A estrutura dos dados permite a organização dos dados até à criação da medição, como presente na Figura 5.9.

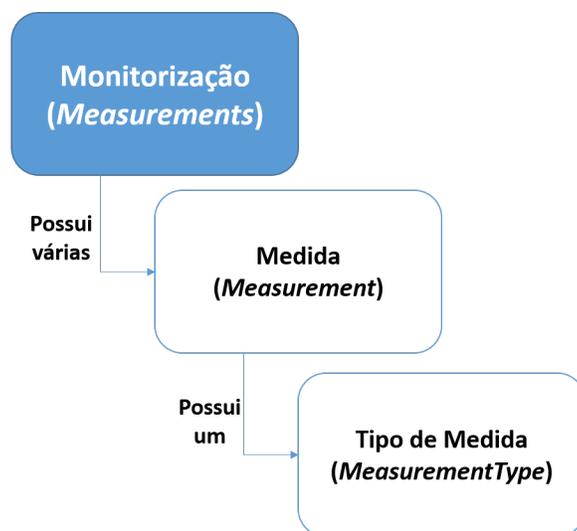


Figura 5.9: Estrutura interna de criação de medições no OneCareTablet Espiro

É considerado uma medição a combinação de uma medida (*Measurement*) dada pelo valor medido e o tipo de medição (*MeasurementType*) efetuado. Uma monitorização (*Measurements*) pode ser constituída por uma ou mais medições (*Measurement*). Assim, uma medição está organizada em três classes:

- **Measurements**: corresponde a uma monitorização completa, isto é, contém toda a informação que torna única a monitorização, incluindo o valor obtido em cada uma.
- **Measurement**: corresponde a cada medida efetuada numa monitorização e toda a informação relativa à mesma: tipo de medida, data da aquisição e o valor.
- **MeasurementType**: corresponde a cada tipo de medida, como por exemplo o tipo de exame que dá origem à medida . Cada instância contém a informação completa relativa ao tipo de medida que identifica: nome da medida, descrição e unidades.

Cada uma destas categorias tem diferentes atributos, sendo uns obrigatórios como a introdução da pessoa monitorizada, o valor e o tipo de medição e o IMEI do equipamento, estão resumidos no Apêndice I.

### OneCareDataEvents API

A API corresponde à criação da plataforma com o cuidador e responsável de saúde dos pacientes. A criação de alertas de saúde é feita através da classe *Event*, presente na Figura 5.10.

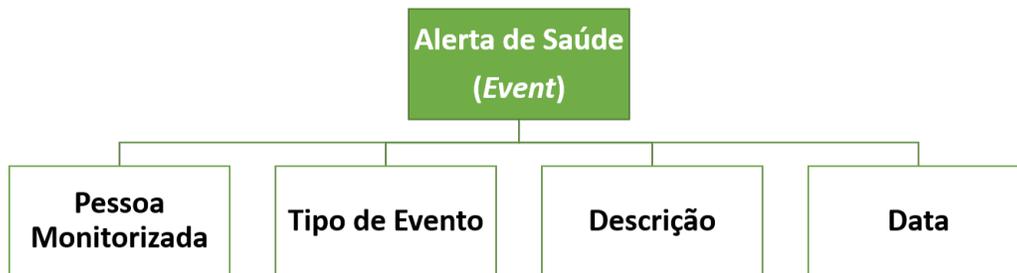


Figura 5.10: Estrutura interna de criação de medições no OneCareTablet Espiro

Da avaliação dos requisitos de emissão de alertas relativos tanto aos valores de espirometria e oximetria como à evolução da Avaliação Combinada da GOLD, concluiu-se a necessidade que o tipo de evento desencadeasse a imediata notificação no portal OneCare do cuidador ou responsável de saúde, em vez da simples registo na página de gestão de alertas do evento dos mesmos.

No que se refere à descrição dos alertas emitidos na presença de valores anormais de espirometria, de espirometria e oximetria e do agravamento da doença decorrente da deterioração do estadio da DPOC, tem-se:

- *O Volume Expiratório Forçado no 1º segundo está baixo (< 50%).*
- *O Volume Expiratório Forçado no 1º segundo está baixo (< 50%) e o nível de saturação de oxigénio no sangue também (< 93%).*

- A avaliação combinada da GOLD deteriorou-se.

Optou-se por descrições genéricas que identificassem univocamente a natureza do alerta, em que a indicação dos valores registados na monitorização por si só não fossem indicativos de uma situação de risco. Pretendeu-se com isto, que o alerta seja apenas um *trigger* para o profissional de saúde responsável redefinir as suas prioridades e consultar primeiramente os registos dos paciente a quem foi registada a chegada de um alerta de saúde.

### 5.3.5 View

Compreendem as vistas da plataforma elaboradas através da *framework* do *Android* que oferece um conjunto de recursos para a construção de interfaces com o utilizador. Todos os elementos de uma interface em *Android* são construídos a partir de objetos *View* e *ViewGroup*, onde no *View* são desenhados elementos que podem interagir com o utilizador e o *ViewGroup* agrupa objetos *View* de forma a constituir hierarquicamente o *layout* da interface. Para cada um, o *Android* fornece um conjunto de subclasses, os chamados *inputs*, como botões ou campos para a introdução de texto e vários modelos de *layout*. A declaração dos *layout* pode ser feita programaticamente, muito embora a forma mais eficaz é fazê-lo com recurso a ficheiros XML, método adotado neste projeto. Elementos como diálogos de alertas ou barras de progresso podem ser utilizados através de APIs disponibilizadas.

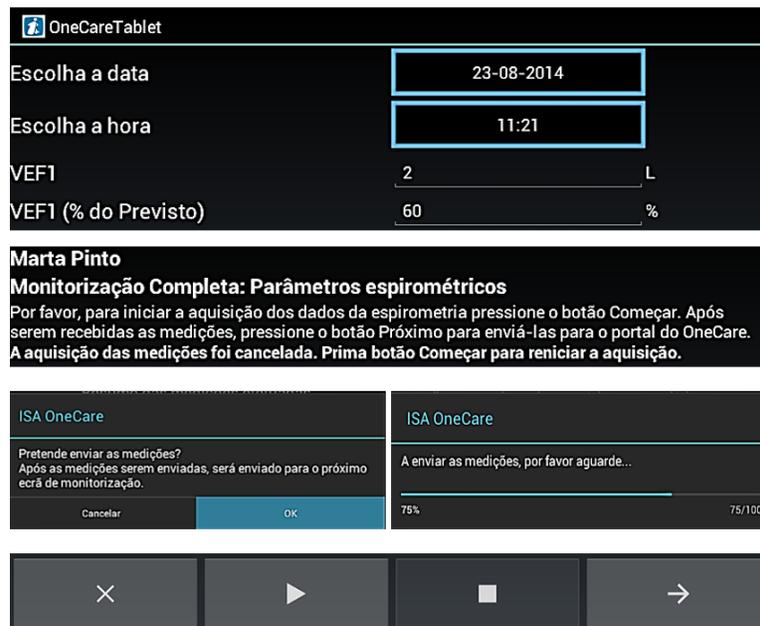


Figura 5.11: Views utilizadas nos ecrãs de monitorização do OneCareTablet Espiro

De forma a tornar a interface mais leve e mais intuitiva, procedeu-se à adoção da metáfora do reprodutor de música, tendo sido especialmente aplicada nos botões dos ecrãs de monito-

rização através dos *icons* disponibilizados pelo *Android Design Icons* <sup>4</sup>. Na Figura 5.11 estão representados alguns dos elementos utilizados nos diversos ecrãs de monitorização do OneCareTablet Espiro como *DatePicker*, *EditText*, *TextView*, *Button* (*Android Design Icons*), *AlertDialog* e *ProgressBar*.

### 5.3.6 ViewController

Os *ViewControllers* são os responsáveis pela usabilidade do utilizador proporcionando os meios para estes realizarem pedidos e desencadear respostas quer ao nível da interface com o utilizador (*Views*) quer a nível lógico (*Models*), através do *Controller*. Na interação com o utilizador têm-se os *ViewController* que constituem os ecrãs do módulo de monitorização da DPOC, presentes na Tabela 5.2. De todos os ecrãs listados, apenas o *AuthenticationPINViewController* e o *BluetoothViewController* não foram desenvolvidos de raiz, tendo sido feitas alterações de forma a terem sido integrados no OneCareTablet Espiro.

Tabela 5.2: Quadro com as ecrãs implementadas no OneCareTablet Espiro e o *ViewController* responsável.

<b>Ecrã</b>	<b><i>ViewController</i></b>
Obtenção da lista de pessoas a monitorizar	<i>MonitoredPersonViewController</i>
Introdução do código PIN	<i>AuthenticationPINViewController</i>
Escolha do tipo de monitorização DPOC	<i>MonitoringCOPDViewController</i>
Procura de dispositivos Bluetooth	<i>BluetoothViewController</i>
Aquisição automática de parâmetros espiratórios	<i>AutoAquisitionSpirometryViewController</i>
Aquisição automática de parâmetros oximétricos	<i>AutoAquisitionOximetryViewController</i>
Aquisição manual de parâmetros espirométricos	<i>ManualAquisitionOximetryViewController</i>
Aquisição manual de parâmetros oximétricos	<i>ManualAquisitionOximetryViewController</i>
Avaliação da dispneia	<i>DispneaViewController</i>
Avaliação da expetoração	<i>SputumViewController</i>
Introdução do historial de crises respiratórias	<i>CrisesViewController</i>
Visualização da Avaliação Combinada GOLD	<i>GOLDViewController</i>

### 5.3.7 Controller

O *Controller* é responsável pela realização de procedimentos impeditivos de ocorrerem na *Thread* principal da aplicação. Verificou-se a necessidade de serem implementadas funcionalidades nesse âmbito como descrito na Tabela 5.3.

<sup>4</sup>Acessível em: <https://developer.android.com/design/downloads/index.html>

Tabela 5.3: Quadro com as funcionalidades implementadas no OneCareTablet Espiro e o *Controller* responsável.

<b>Funcionalidade</b>	<b><i>Controller</i></b>
Pedido da lista de pessoas monitorizadas ao servidor OneCare	<i>MonitoredPersonController</i>
Validação do código PIN	<i>AuthenticationPINController</i>
Deteção dos dispositivos externos <i>Bluetooth</i>	<i>BluetoothController</i>
Leitura da mensagem enviada por <i>Bluetooth</i> dos dispositivos externos	<i>ConnectController</i>
Processamento das mensagens e constituição das medições	<i>MeasurementsCOPD6Controller</i> e <i>MeasurementsNoninController</i>
Envio das medições para o servidor OneCare	<i>SendMeasurementsController</i>
Pedido ao servidor OneCare de medições para o cálculo da avaliação combinada da GOLD	<i>RetriveMeasurementsController</i>
Processamento das medições para a verificação das condições de alerta de saúde	<i>SpirometryOxymetryController</i> e <i>GOLDClassificationController</i>
Envio dos alertas de saúde para o servidor OneCare	<i>SendAlertsController</i>
Interface entre os questionários de avaliação de sintomatologia para a receção das medições	<i>JavaScriptController</i>

Algumas das funcionalidades descritas nas Tabelas 5.2 e 5.3, estão exemplificadas na Figura 5.12. O direcionamento para o ecrã de monitorização de parâmetros espirométricos começa com a deteção do dispositivo COPD-6 no *BluetoothViewController* que consiste na invocação de um *Broadcast Receiver* (ponto 1.). Depois de ser detetado o dispositivo, é direcionado para o *AutoAquisitionSpirometerViewController*, onde para se dar o início do teste espirométrico é necessário estabelecer-se a ligação ao dispositivo (*ConnectCOPD6Controller*) (ponto 2.). Efetivando-se a ligação é iniciada a aquisição dos valores espirométricos (*MeasurementsCOPD6Controller*) (ponto 3.), que depois de finalizada com a apresentação do seu resultado na interface (ponto 4.). Por último, ocorre o envio das medições para o servidor OneCare pelo *SendMeasurementsController* (ponto 5.).

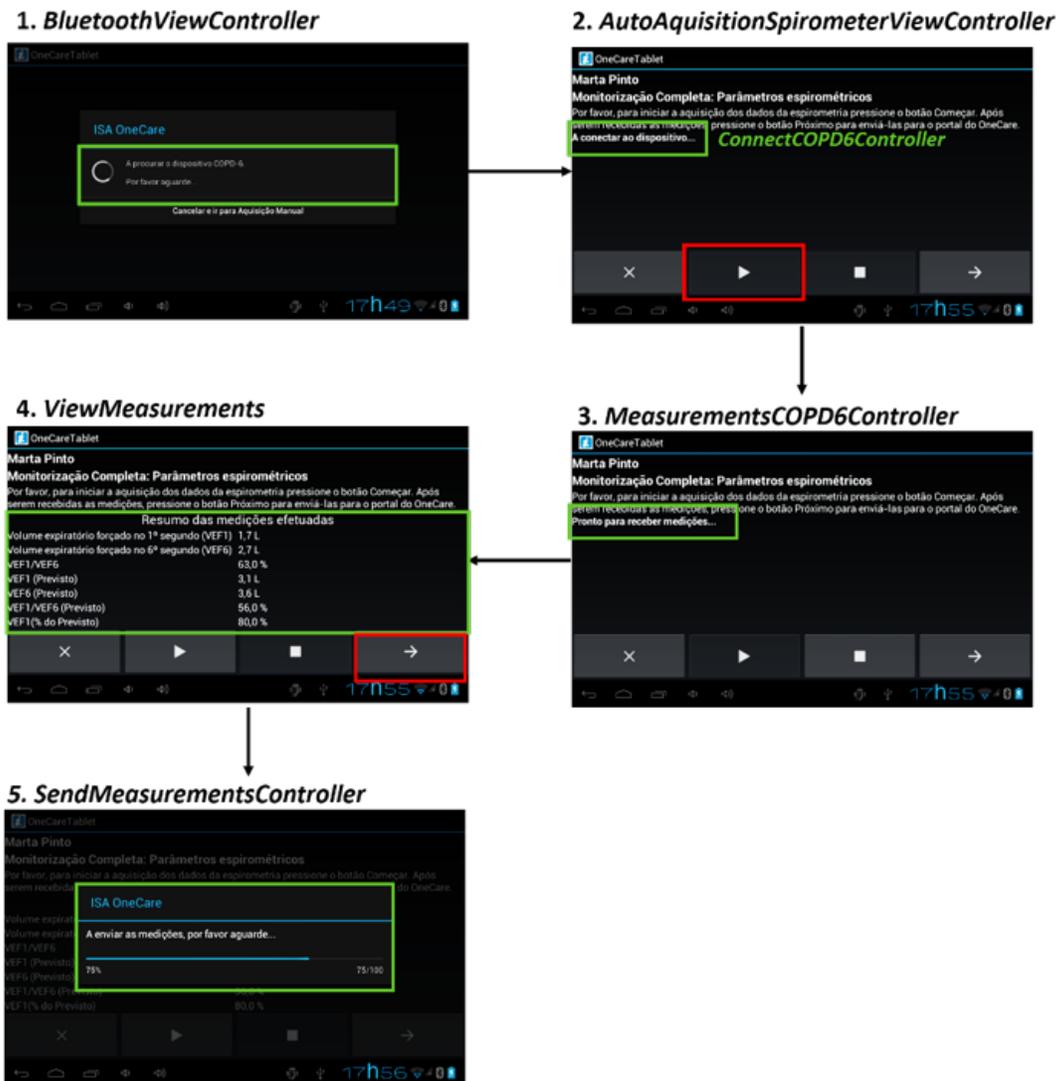


Figura 5.12: Processo completo de aquisição automática de parâmetros espirométricos.

## 5.4 Integração dos protocolos de comunicação

A integração dos protocolos de comunicação com os dispositivos COPD-6 e da Nonin foram passos fundamentais para o desenvolvimento do OneCareTablet Espiro e a obtenção de um sistema remoto que permita a aquisição de parâmetros específicos da DPOC.

### 5.4.1 Dispositivo COPD-6

O protocolo de comunicação do dispositivo COPD-6 opera sobre um perfil *Bluetooth Serial Port Profile* (SPP). Neste perfil, um dispositivo liga-se a apenas um dispositivo de cada vez e pedidos posteriores de conexão são negados: uma vez a ligação estabelecida passa a existir

uma relação mestre-escravo entre os dispositivos conectados. Isto, significa que todas as comunicações são iniciadas pelo mestre e é desencadeada uma resposta pelo escravo, sendo necessário apenas o registo do serviço no SDP do dispositivo escravo.

Da análise das mensagens disponíveis no protocolo de comunicação do COPD-6, seleccionou-se a mensagem que permitiu a obtenção dos parâmetros espirométricos específicos da DPOC. A mensagem é enviada do dispositivo escravo, o dispositivo COPD-6, para o dispositivo mestre, o *tablet* assim que é terminado o teste espirométrico, sendo transmitidos os parâmetros espirométricos. As mensagens do COPD-6 são constituídas por caracteres ASCII, onde cada campo da mensagem é transmitido justificado à esquerda, sendo acrescentados zeros se o seu comprimento for inferior ao tamanho máximo alocado a esse campo. A implementação da mensagem foi feita numa classe à parte *COPD6DeviceDataHandler*, estando esquematizado o seu funcionamento na Figura 5.13.

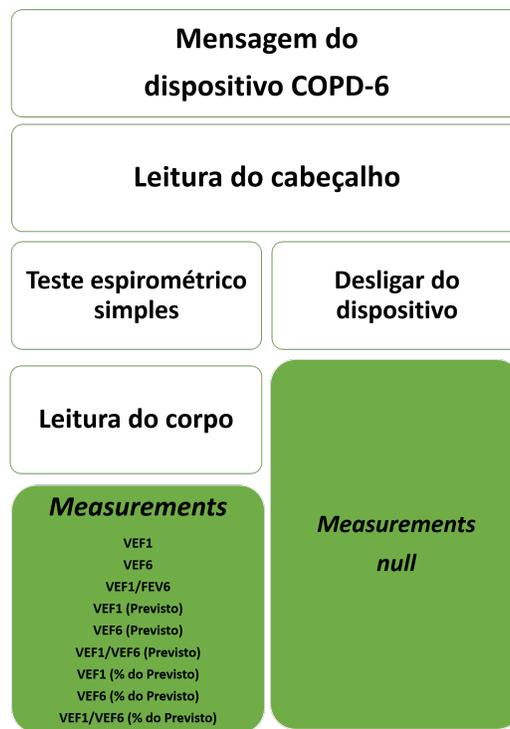


Figura 5.13: Funcionamento da classe *COPD6DeviceDataHandler* de leitura da mensagem do dispositivo COPD-6.

Após o início da aquisição automática dos parâmetros espirométricos é também inicializada o *MeasurementsCOPD6Controller* responsável pela receção da mensagem do COPD-6 através do *socket Bluetooth*. A classe *COPD6DeviceDataHandler* é acedida pelo *MeasurementsCOPD6Controller* assim que é iniciada a receção da mensagem. Se for identificado o cabeçalho da mensagem do dispositivo COPD-6 para o teste espirométrico simples, então procede-se à leitura do corpo da mensagem e à formação das medições com os parâmetros espirométricos específicos da DPOC. Implementou-se também nesta classe uma outra men-





# Capítulo 6

## Desenvolvimento do Protótipo

O presente capítulo visa apresentar o trabalho elaborado ao longo da fase de implementação do projeto, descrevendo as decisões tomadas durante a fase de implementação do módulo de monitorização da DPOC. É detalhada a integração das mensagens com as medições enviadas dos dispositivos externos, dos métodos adicionados aos serviços que lhe dão suporte de forma a implementar funcionalidades necessárias à monitorização da DPOC e os mecanismos de contorno de erros. Por fim, são apresentadas as principais dificuldades sentidas durante a fase de implementação.

Ao longo deste capítulo procura-se apresentar o plano de validação do OneCareTablet Espiro com a elaboração dos testes funcionais e análise dos resultados obtidos e testes de usabilidade com criação de métricas de usabilidade para a avaliação da Prova de Conceito.

### 6.1 Implementação do OneCareTablet Espiro

Efetuada a análise da prevalência, fisiologia e métodos de monitorização da DPOC, o estado da arte das aplicações de monitorização da DPOC e o desenho da solução a implementar em termos de requisitos e arquitetura do projeto, foi em seguida iniciada a implementação do primeiro protótipo da aplicação OneCareTablet Espiro no âmbito dos objetivos traçados para este projeto. Antes de se dar início à fase de implementação do módulo de monitorização, procedeu-se à elaboração das *mockups* da aplicação, podendo ser consultadas no Apêndice R. As *mockups* refletem uma padronização concebida de forma a facilitar a aprendizagem do sistema pelos pacientes. Optou-se por colocar elementos com ações iguais ou semelhantes na mesma localização do ecrã, perfazendo uma estrutura de ecrã constituída por quatro componentes principais. Estes componentes procuram a consistência de implementação, a disponibilização de *feedback* informativo e a redução da sobrecarga de memória a curto prazo do paciente, como ilustrado na Figura 6.1.

1. **Cabeçalho:** é constituído pelo nome do paciente a ser monitorizado, o tipo de monitorização e os parâmetros que se pretende obter através do ecrã em causa, permitindo localizar o paciente dentro do módulo de monitorização da DPOC.

2. **Instruções:** fornece a indicação dos procedimentos a realizar desde a recolha dos parâmetros ao envio das medições para o servidor OneCare.
3. **Corpo:** é constituído por um conjunto de elementos que permitem a introdução de dados na aplicação como os *DatePicker* e *TimePicker* (seleção da data e hora da monitorização, respetivamente), *EditText* (elemento que permite a introdução dos valores dos parâmetros medidos), *ListView* (para a listagem das crises respiratórias que ocorreram desde a última monitorização), mas também um espaço reservado ao estado de ligação e da aquisição das medições pelos dispositivos externos e ainda visualização do resumo das medições efetuadas.
4. **Barra de botões:** são os elementos que permitem a navegabilidade na aplicação. Disponibilizam as seguintes opções:
  - Cancelamento da monitorização.
  - Início e o fim da aquisição de medições dos dispositivos externos.
  - Armazenamento da resposta dos questionários.
  - Envio das medições para o servidor OneCare.
  - Direcionamento para o próximo ecrã de monitorização.

A barra foi colocada ao longo dos diferentes ecrãs no fundo, mantendo a ordem dos botões para uma fácil identificação da função de cada botão, facilitando a perceção do modelo conceptual da interface pelos pacientes.

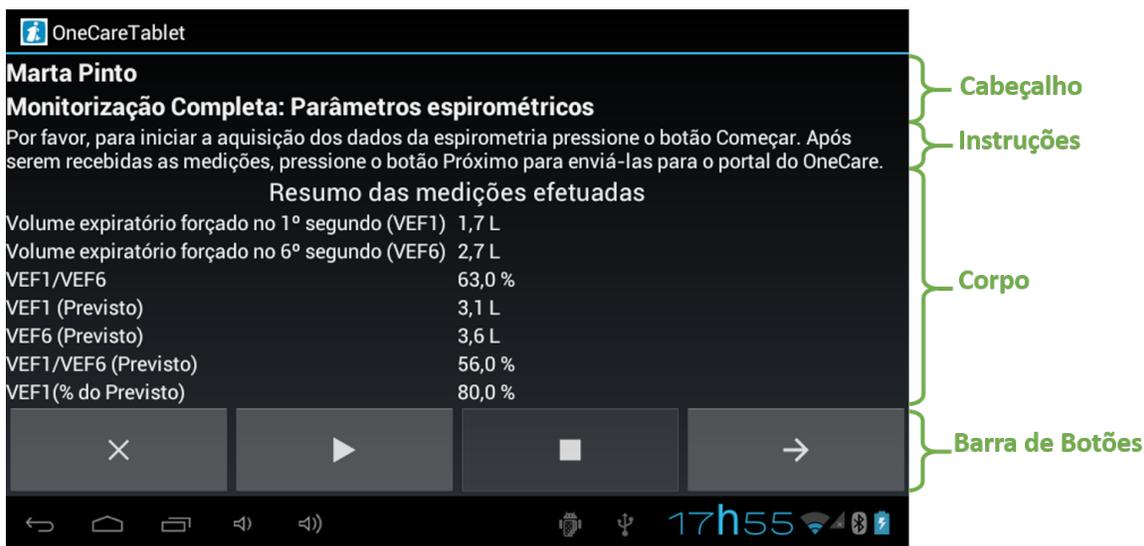


Figura 6.1: Estrutura do ecrã de aquisição automática de parâmetros espirométricos.

Desta tarefa, para além da definição da composição dos elementos dos ecrãs, resultou a definição dos fluxos de utilização das várias funcionalidades a desenvolver, permitindo, em conjunto com a solução projetada nos capítulos 4 e 5, a investigação e conceção da abordagem de desenvolvimento sobre as diversas classes a implementar.

De seguida, com vista a demonstrar o tipo de interações existentes entre os pacientes e a aplicação, entre a aplicação e as diferentes API de acesso a dados, são apresentados os fluxos de execução representativos dos requisitos implementados.

A implementação do OneCareTablet Espiro compreendeu o desenvolvimento de ecrãs de monitorização apresentados aos pacientes de forma sequencial. A inicialização da monitorização, antes da recolha das medições propriamente ditas, compreende a realização de alguns procedimentos que vão desde a escolha da pessoa a monitorizar até à seleção do tipo de monitorização a efetuar. Tal como foi referido na Secção 4.2, este módulo de monitorização da DPOC compreende três tipos de monitorização concebidas para serem prescritas no plano de monitorização de acordo com o perfil de paciente com DPOC. Com efeito, no decorrer deste capítulo é feita referência à monitorização completa, uma vez que os restantes tipos de monitorização da DPOC resultam de diferentes combinações dos ecrãs de monitorização. Para além disso, este foi o tipo de monitorização escolhido pela equipa do Cedra para a realização da Prova de Conceito pelos pacientes (Figura 6.2).

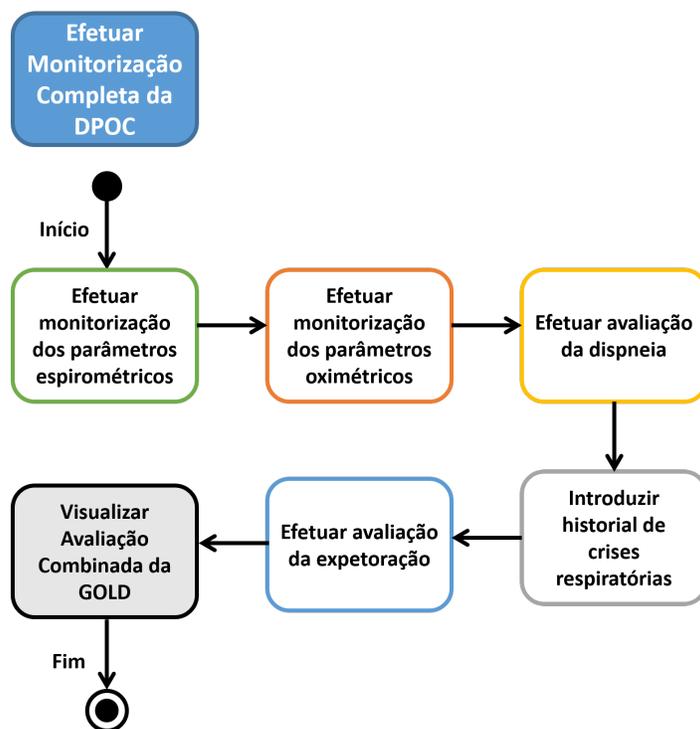


Figura 6.2: Ecrãs que constituem o tipo de Monitorização Completa da DPOC.

Ao longo do desenvolvimento da aplicação e das funcionalidades, seguiu-se uma abordagem com base em prioridades. Neste contexto, o ecrã para a visualização da Avaliação

Combinada GOLD foi um requisito solicitado pela equipa médica do Cedra, tendo sido acordado entre os *stateholders* que no tempo do projeto este apresentaria uma prioridade mais baixa em relação aos demais. No entanto, conseguiu-se a sua implementação, sem que tal tenha afetado o planeamento em execução.

Estes ecrãs possuem a mesma filosofia de funcionamento:

1. Detecção do dispositivo Bluetooth e direcionamento para o respetivo ecrã aquisição automática
2. Ligação ao dispositivo Bluetooth, realização do teste e visualização do resumo das medições efetuadas.
3. Envio das medições para o portal OneCare.

Com efeito, para a implementação da aquisição automática dos parâmetros biomédicos, procedeu-se à divisão do fluxo de execução constituídos pelos pontos supramencionados. Estes traduzem as tarefas a serem realizadas pelos pacientes em cada ecrã, havendo a possibilidade de pausar a aquisição e voltar a reiniciá-la sempre que o paciente pretender, sem que para tal seja necessário, realizar a ligação ao dispositivo novamente, como presente na Figura 6.3. Com a escolha da pessoa a monitorizar e o tipo de monitorização a realizar, a aplicação direciona o paciente para a aquisição dos parâmetros espirométricos, sendo o único ecrã comum a todos os tipos de monitorização, devido à importância dos parâmetros recolhidos para a avaliação da DPOC.

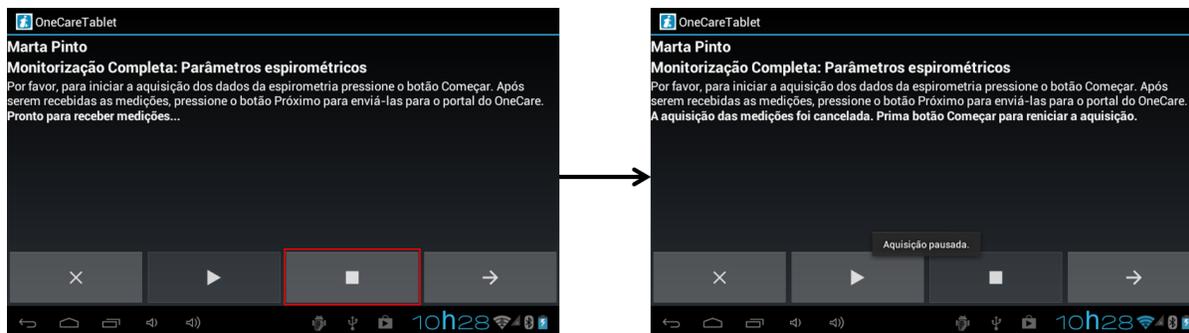


Figura 6.3: Pausa na aquisição automática dos parâmetros espirométricos.

No que diz respeito à avaliação da sintomatologia, a respostas aos questionários da dispneia e expetoração compreendem as seguintes tarefas:

1. Para cada pergunta, seleção de entre as opções de escolha múltipla, a afirmação que mais se adequa à situação atual.
2. Armazenamento da resposta dada.
3. Visualização do resumo das respostas dadas.

#### 4. Envio das medições para o servidor.

É realizada a verificação se todas as perguntas dos questionários foram respondidas: uma no caso da avaliação da dispneia e duas no caso da avaliação da expetoração. Na avaliação da expetoração pode dar-se o caso de não existir expetoração, pelo que na pergunta relativa à cor, foi adicionada a opção “Não sei” para que haja sempre hipótese de resposta e os questionários não terem resposta nulas. Deste modo, caso não tenham sido respondidas, o lado cliente da interface de *JavaScript* informa o paciente de que tem respostas por marcar, como presente na Figura 6.4.



Figura 6.4: Mensagem de erro na tentativa de envio das medições sem a(s) pergunta(s) respondida(s).

O ecrã de introdução das crises respiratórias é, por definição da Avaliação Combinada da GOLD, o último parâmetro necessário para proceder ao seu cálculo, pertencendo ao tipo de monitorização Completa e GOLD. Sempre que há a introdução de uma nova crise respiratória, esta é enviada para o servidor OneCare. Depois, mesmo no caso de não ter sido introduzida qualquer crise, é desencadeado o processo de cálculo da Avaliação Combinada GOLD (combinação do resultado dos parâmetros espirométricos, avaliação da dispneia e historial de crises respiratórias descrito na Secção 2.2) com recurso ao *GOLDClassificationController* onde é feito o acesso ao historial de crises com validade de 1 ano do paciente através de o método *getDPOCMeasurements*. Neste ecrã, é realizado um conjunto de validações para a introdução de uma crise respiratória válida:

- Permitir a introdução de uma crise respiratória com validade superior a um ano, mas informando-se o paciente que tal não será contabilizado para o cálculo da Avaliação Combinada da GOLD (Figura 6.5).
- Não permitir a introdução de datas no futuro (Figura 6.6).

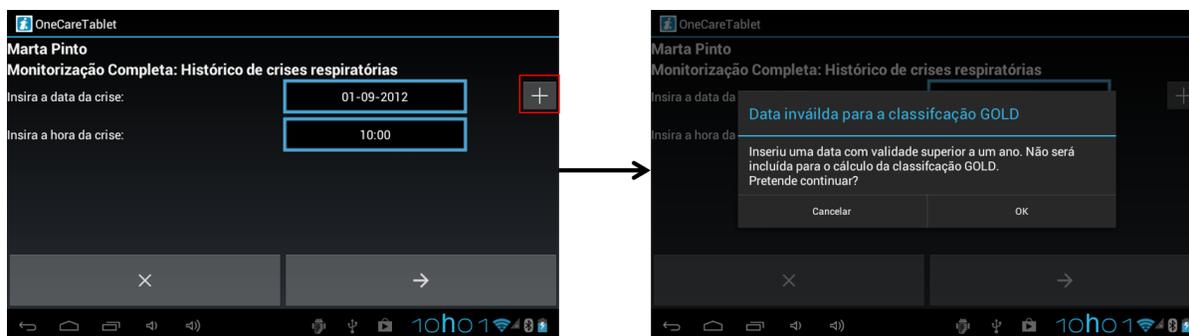


Figura 6.5: Mensagem de aviso na tentativa de adição de crise respiratória com mais de um ano de validade.

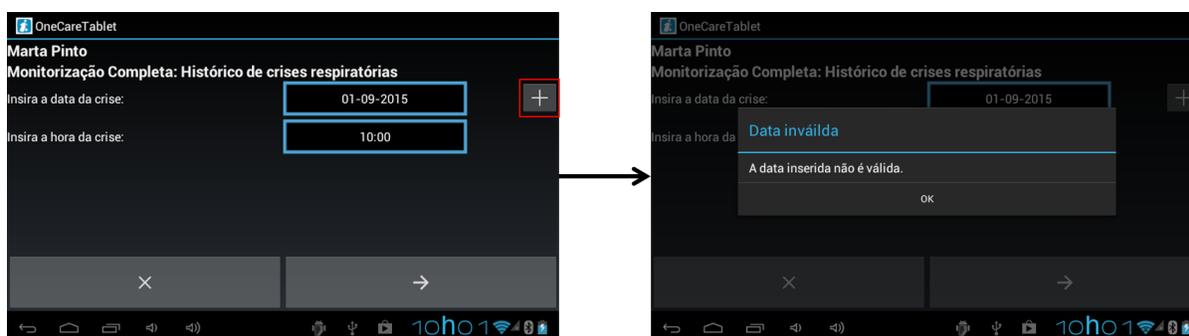


Figura 6.6: Mensagem de aviso na tentativa de adição de crise respiratória no futuro.

Finalmente, é apresentado o ecrã de visualização da Avaliação Combinada GOLD (Figura 6.7). Este é o último ecrã que constitui uma sessão de monitorização da DPOC. A Avaliação Combinada GOLD previamente calculada no ecrã do historial das crises respiratórias é agora processada e feita a verificação se a condição do paciente não se deteriorou desde a última monitorização. Para tal, o *GoldClassificationController* acede às medições GOLD válidas através do método *getDPOCMeasurements* e verifica se o grau aumentou. A título de exemplo, se se passou de um grau A para B ou de B para C, gerando uma alerta de saúde. Após o premir do botão de finalização da monitorização, este é enviado para o portal através do *OneCare DataRouter*.

Em todos os ecrãs de monitorização, a preceder o envio das medições, é mostrada uma janela a perguntar se o paciente pretende enviar as medições. É importante providenciar diálogo para notificar a conclusão de ações o que, neste caso, se traduz na efetivação de um passo da monitorização da DPOC com implicações na emissão de alertas de saúde. Mais ainda, em que após o envio não há forma de retornar ao mesmo ecrã. Também no processo de envio das medições, caso seja registada falha de rede ou falha de comunicação com o servidor, é mostrada uma mensagem com a indicação do ocorrido. Assim que a ligação à rede seja estabelecida, o paciente terá que proceder novamente ao envio das medições, caso contrário estas serão perdidas.

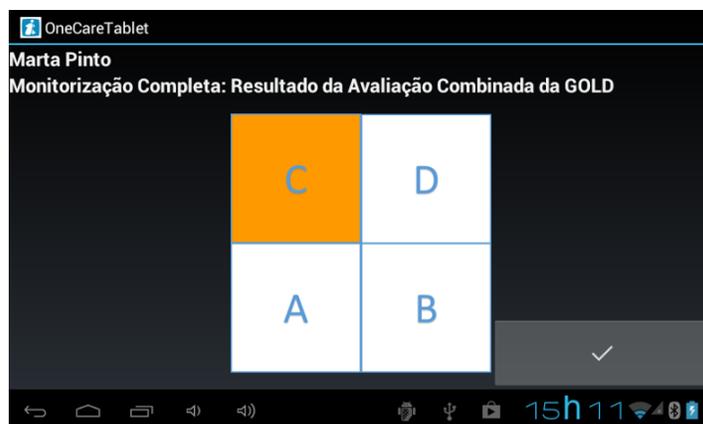


Figura 6.7: Ecrã de Visualização da avaliação combinada GOLD e de finalização da monitorização.

Na Figura 6.8, estão as mensagens de erro devido a falha de rede nos ecrãs de espirometria e de avaliação da dispneia.

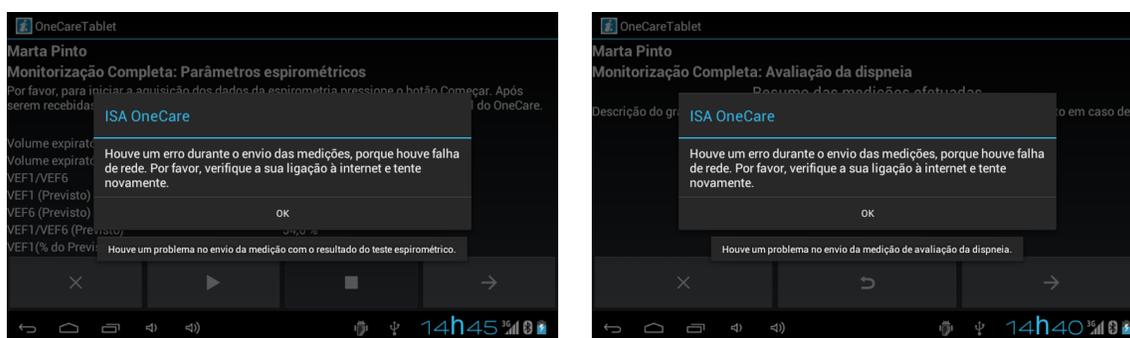


Figura 6.8: Mensagem de erro no envio das medições devido a falha de rede.

Para que fosse possível o acesso a monitorizações passadas e a verificação, processamento e emissão dos diferentes alertas de saúde, foi implementado o método *getDPOCMeasurements* com os atributos presentes na Figura 6.9. Este é o responsável pela obtenção através do serviço de *routing* do OneCare das medições de oximetria para a verificação do alerta de espirometria e oximetria, das crises respiratórias para o cálculo da Avaliação Combinada GOLD e ainda as Classificações Combinadas para a verificação da deterioração do grau de gravidade da DPOC.

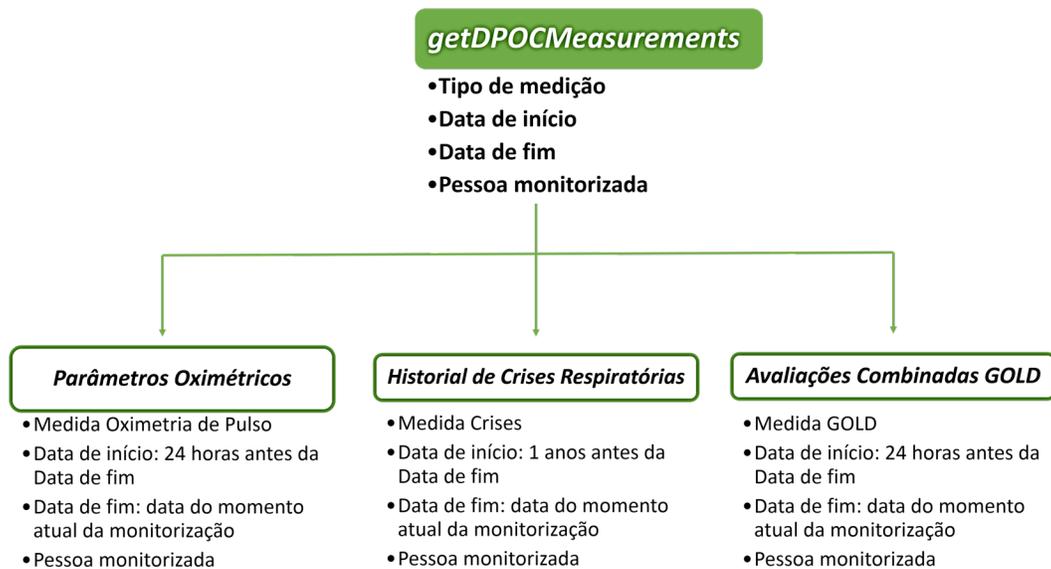


Figura 6.9: Método implementado para o acesso às medições da DPOC.

O desenvolvimento dos ecrãs de monitorização foi possível com a implementação de duas funcionalidades chave para a emissão de alertas de saúde e cálculo da Avaliação GOLD:

- Passagem de informação entre ecrãs através de um *Bundle* da classe *Intent*. Este permite a passagem de tipos de dados primitivos e *arrays* e objetos serializáveis através do método *putExtra*, fornecendo uma *String* com identificador dos dados e o respetivo valor que podem ser posteriormente recuperados noutra *Activity* (*ViewController*) pelo método *getExtra*.
- Conversão de objetos Java para a sua representação em JSON através da biblioteca *GSON* que contém todos os recursos necessários para fazer esta conversão de uma maneira simples e eficaz. Também foi utilizada para converter objetos JSON para para objetos Java (Figura 6.10).

O *Bundle* permitiu que dados essenciais à criação das medições fossem mantidos entre os ecrãs de monitorização. Estas dados compreendem a pessoa a monitorizar, o código PIN, o IMEI da tablet e o tipo de monitorização escolhida. Esta é responsável pela definição da sequência de ecrãs e é utilizada para a formação do Cabeçalho dos ecrãs. Já a biblioteca *GSON* foi utilizada para a conversão das respostas dos questionários em formato JSON *String* para a classe *Measurements*.

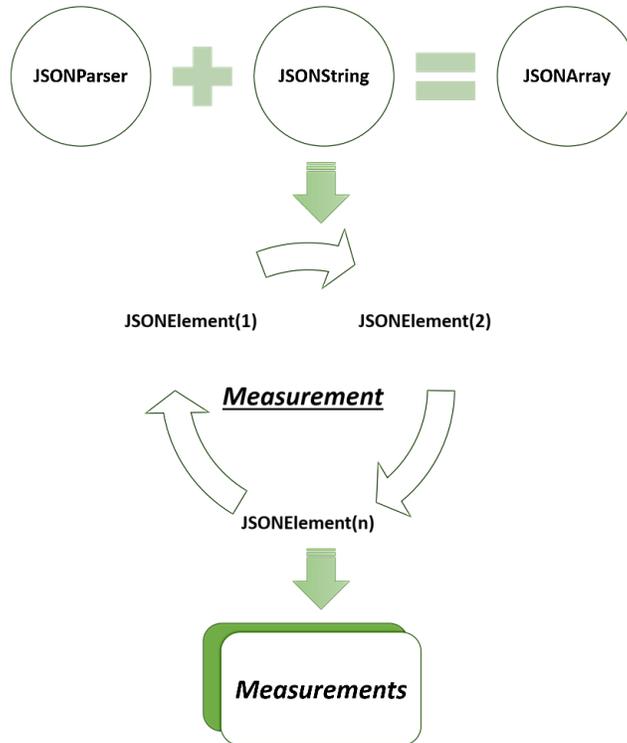


Figura 6.10: Processo de conversão de JSON String para a classe *Measurements* através da biblioteca GSON.

## 6.2 Dificuldades de implementação

Ao longo do desenvolvimento do módulo OneCareTablet Espiro verificaram-se por vezes dificuldades em aspetos próprios da implementação, presentes na Tabela 6.1.

Tabela 6.1: Quadro com as dificuldades registadas durante a fase de implementação do OneCareTablet Espiro.

Sumário	Descrição
<b>Implementação do SendMeasurementsController</b>	Para efetuar o envio e ao mesmo tempo apresentar aos pacientes o estado do envio foi pensado fazê-lo através de uma <i>PopupWindow</i> . Contudo, a sua implementação não foi conseguida já que a sua apresentação não era feita em tempo útil de mostrar o estado do envio. A resolução deste problema foi feita através da implementação de um <i>ProgressBar</i> em que foram definidos os passos principais e <i>checkpoints</i> do envio da medição pelo serviço <i>OneCare DataRouter</i> para a determinação do estado da barra da <i>ProgressBar</i> .

---

### Implementação do *BluetoothController*

Para a deteção e emparelhamento dos dispositivos *Bluetooth* pensou-se inicialmente construir um *BroadcastReceiver* de raiz só para o módulo OneCareTablet Espiro. No entanto, concluiu-se que a sua implementação tinha erros, sendo pouco eficiente na procura dos equipamentos. Assim sendo, procedeu-se à resolução deste problema com a utilização de algumas das funcionalidades do *BroadcastReceiver* existente como os métodos de procura e emparelhamento e seleção do dispositivo. Foram adicionadas algumas funcionalidades como a passagem de informação entre de ecrãs, apresentação na mensagem de procura de equipamentos univocamente o dispositivo e em caso de falha da deteção dos dispositivos, foi adicionada a opção de mudança para o respetivo ecrã de aquisição manual .

---

### Implementação do ecrã de introdução de crises respiratórias

Na implementação deste ecrã verificou-se a necessidade de efetuar-se a adição de crises, mas também a realização do processo contrário com a sua eliminação. O desenvolvimento em *Android* possibilita adição de listas através de *ListView*. Contudo, em nenhuma opção pré-definida é permitida a adição de um par constituído por um *TextView* (data e hora da crise respiratória) e um *Button* para a eliminação desta entrada da lista. Assim, a solução encontrada passou pela criação de um *ListAdapter* que é atualizado sempre que o *ArrayAdapter* sofre alterações (adição/eliminação de uma crise). Estas alterações são posteriormente reportadas ao *array* responsável pelo armazenamento das crises e conseqüente construção das medições.

---

### Implementação do *TextView* responsável pela apresentação do estado dos *ConnectController*, *COPD6MeasurementController* e *NoninMeasurementController*

A apresentação do estado da ligação ao equipamento e da aquisição de medições era fundamental. Para se proceder à reutilização de código foi criada um *Handler* que recebe mensagens dos diferentes *Controllers* e apresenta-as no ecrã respetivo.

---

## 6.3 Validação funcional

No final do desenvolvimento, procedeu-se à elaboração do plano de testes funcionais com vista a validar o grau de concordância entre o as funcionalidades do OneCareTablet Espiro para com os seus requisitos funcionais. Para além disso, realização testes de desempenho ao sistema com o objetivo de avaliar a sua performance na execução dos diversos pedidos e envios para o servidor, perante condições de rede diferentes.

### 6.3.1 Testes às funcionalidades do OneCareTablet Espiro

De forma a testar a rastreabilidade entre o módulo OneCareTablet Espiro e os requisitos funcionais, foi seguida uma abordagem baseada em casos de uso, descritos no Apêndice F. Os testes realizados visaram a simulação dos diferentes fluxos de execução e a aferição se as

ações desencadeadas eram as esperadas. Na Tabela 6.2, estão os resultados obtidos após o *deployment* do sistema, disponíveis para consulta no Apêndice S . Os testes realizados foram classificados em três categorias:

- **OK** em que a funcionalidade testada foi cumprida na sua totalidade e em conformidade com o esperado.
- **IMP** em que a funcionalidade testada foi cumprida parcialmente e não em conformidade, apesar de não comprometer o resultado da monitorização. Caso se verifique esta situação, o teste pode continuar a sua execução, sendo obrigatória a posterior correção das falhas e as inconformidades registadas.
- **NOK** em que a funcionalidade testada não foi cumprida e não conformidade com o esperado, comprometendo o resultado da monitorização. Caso se verifique esta situação, o teste termina automaticamente para que sejam corrigidas as falhas e as inconformidades registadas.

Tabela 6.2: Quadro com o resultados dos testes às funcionalidades do OneCareTablet Espiro.

<b>Funcionalidade</b>	<b>OK (%)</b>	<b>NOK (%)</b>	<b>IMP (%)</b>	<b>Total de Cenários</b>	<b>Total de Testes</b>
Inicialização da monitorização da DPOC	100	0	0	1	4
Aquisição automática de parâmetros biomédicos	86	0	14	6	22
Aquisição manual de parâmetros biomédicos	100	0	0	6	10
Responder a questionários de aferição da sintomatologia	75	0	25	8	20
Introdução do histórico de crises respiratórias	84	0	16	6	19
Visualização da Avaliação Combinada GOLD	67	0	33	1	3
Emissão de alertas de saúde	100	0	0	5	5
<b>Total</b>	<b>85</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>33</b>	<b>82</b>

Da análise da Tabela 6.2, pode verificar-se que a nenhum teste foi atribuída a classificação NOK. Contudo, à exceção do *Inicialização da monitorização da DPOC*, *Aquisição manual de parâmetros biomédicos* e da *Emissão de alertas de saúde*, todas as outras funcionalidades foram classificadas como IMP, com taxas que variaram entre 14% e os 33% do total de testes realizados para cada funcionalidade.

As não conformidades registadas compreenderam as seguintes falhas:

- Ao nível do idioma da interface nos cabeçalhos do ecrã das crises respiratórias e num *Toast* a informar a adição de uma crise respiratória e no cabeçalho do ecrã de Visualização da Avaliação Combinada GOLD.
- Durante a execução do teste oximétrico, deve ser apresentada a mensagem "Pronto a receber medições..." até que o paciente coloque o dedo no dedal do oxímetro. Verificou-se o aparecimento da mensagem "A ler as medições..." indevidamente: só deve ser apresentada quando o primeiro par de parâmetros oximétricos é validado. No entanto, quando se tentou a realização do teste as tarefas seguintes foram completadas corretamente.
- No teste de falha de rede no descarregar dos questionários do servidor OneCare, foi apresentada a mensagem de erro. No entanto, ao restabelecer-se a ligação à Internet não se observou a tentativa de descarregar o questionário novamente.
- Na ocorrência de falha de rede no envio das medições, verificou-se que o *Progress Bar* continuava a incrementar a barra de progresso quando os *checkpoint* eram relativos a "falha", apesar de no final ser mostrada a mensagem de falha no envio.

Após a conclusão da primeira *release*, procedeu-se à sua correção. Seguiu-se a segunda *release* dos testes funcionais, em que todos os testes realizados foram classificados como OK. Deste modo, o OneCareTablet Espiro ficou pronto a ser utilizado pelos pacientes.

### 6.3.2 Testes de desempenho do OneCareTablet Espiro

Para além da avaliação do sistema em termos da execução das funcionalidades e rastreabilidade com os requisitos do sistema, é importante determinar o desempenho do sistema. O OneCareTablet Espiro estabelece comunicação com o servidor nas seguintes situações:

- Envio das medições com os dados recolhidos.
- Cálculo da Avaliação Combinada GOLD.
- Processamento e envio dos alertas de saúde (*espirometria, espirometria + oximetria e GOLD*).
- Acesso aos questionários de avaliação da sintomatologia (dispneia e expetoração).

Para cada um dos pontos enunciados, procedeu-se à determinação do tempo que demorou a sua realização para comunicações sem fios, com recurso à tecnologia 3G e por *WiFi*. Os testes foram executados cinco vezes, tendo-se procedido à determinação da média e desvio padrão da média com os resultados presentes na Tabela 6.3.

Tabela 6.3: Quadro com o resultados dos testes de desempenho do OneCareTablet Espiro.

<b>Tarefa</b>	<b>WiFi</b> (ms)	<b>3G</b> (ms)
Envio das medições do ecrã aquisição automática espirometria	3496 ± 237	13303 ± 1714
Envio das medições do ecrã de aquisição automática oximetria	3541 ± 239	14163 ± 3821
Envio das medições do ecrã de aquisição manual espirometria	4880 ± 1100	13486 ± 2014
Envio das medições do ecrã de aquisição manual oximetria	4789 ± 980	10587 ± 1600
Envio das medições do ecrã de avaliação da dispneia	3790 ± 225	8848 ± 1503
Envio das medições do ecrã do historial de crises respiratórias	3479 ± 116	10532 ± 1394
Envio das medições do ecrã de avaliação da expetoração	3564 ± 226	20454 ± 11202
Cálculo da Avaliação Combinada GOLD	3329 ± 424	13729 ± 2641
Processamento e envio do alerta de saúde relativo à espirometria	10835 ± 2910	29247 ± 9305
Processamento e envio do alerta de saúde relativo à espirometria e oximetria	7455 ± 373	24009 ± 9960
Processamento e envio do alerta de saúde relativo à deterioração da Avaliação Combinada GOLD	7950 ± 1451	33075 ± 1126
Acesso ao questionário relativo à dispneia	1558 ± 332	9846 ± 614
Acesso ao questionário relativo à expetoração	989 ± 90	9210 ± 425

Da análise da Tabela 6.3, verifica-se que a rede móvel a operar na transmissão de dados entre o *tablet* e o servidor e vice-versa tem uma influência significativa no tempo total da sessão de monitorização. Regista-se para o envio das medições um aumento do tempo médio de 3,2 vezes no envio através da tecnologia 3G, de 2,9 no processamento e envio de alertas de saúde e 4,1 no cálculo da Avaliação Combinada GOLD. Verifica-se em geral que os tempos estão dependentes das condições de rede, inclusivamente com o aumento do desvio padrão médio, indicando a maior variabilidade do desempenho do sistema na passagem da utilização da tecnologia *WiFi* para 3G.

Relativamente aos tempos de processamento e envio dos alertas de saúde, o alerta relativo à *espirometria* é o que apresenta uma duração maior. Este valor era expeável, uma vez que é o alerta que compreende maior processamento dos dados com o acesso e verificação dos níveis de oxigénio de todas as monitorizações nas últimas 24 horas. O alerta *GOLD* acede apenas ao último valor registado para a comparação com o valor obtido na monitorização atual, sendo, por isso, um alerta em termos de processamento equivalente ao da *espirometria e oximetria*. O alerta da *espirometria e oximetria* não necessita de um processamento extenso, já que o alerta é criado imediatamente após a verificação do primeiro valor do nível de oxigénio inferior a 93%. No limite, em que só haja um valor oximétrico disponível para o lançamento

do alerta de espirometria, o limite inferior do intervalo ( $10885 - 2910 = 7975\text{ms}$ , com WiFi;  $29247 - 9305 = 19942\text{ms}$ , com 3G) aproxima-se dos valores médios dos outros alertas, para cada condição de rede.

Por último, têm-se os tempos de acesso aos questionários em que é possível verificar que não diferem muito entre si, podendo atribuir-se a diferença ao facto do ficheiro JSON do questionário da dispneia ser mais pesado, levando mais tempo a processar a mensagem.

## 6.4 Validação da usabilidade

A avaliação da usabilidade do OneCareTablet Espiro tem como principal objetivo avaliar a aplicação desenvolvida de uma perspectiva mais focada nos utilizadores finais, em pacientes com DPOC. Pretende-se avaliar o OneCareTablet Espiro ao nível do *design* e ao nível das necessidades do sistema com a verificação se os requisitos de monitorização da DPOC estão a ser cumpridos. Para isso, pretende-se conhecer o efeito da interface durante a monitorização dos pacientes, bem como a aferição dos problemas surgidos durante a sua utilização.

Esta avaliação apresenta duas abordagens comumente seguidas na avaliação de interfaces e a sua usabilidade. Segundo Rocha e Baranauskas (2003), estes métodos podem ser classificados em:

- **Inspeção da usabilidade:** não envolve utilizadores e deve ser aplicado durante a fase de desenvolvimento do sistema.
- **Testes de usabilidade:** métodos de avaliação centrados no utilizador que incluem métodos experimentais e empíricos, métodos observacionais e técnicas de inquirição. É necessária a implementação real do sistema que vai desde a prototipagem básica até à implementação completa;

Enquanto que o primeiro ponto visa a verificação das boas práticas gerais de *design* de interfaces, o segundo permite a avaliação da conceção da interface sob uma perspectiva focada no utilizador e na sua opinião pessoal. Com vista à obtenção de uma avaliação mais completa possível, foram aplicados os métodos enunciados. Enquanto que a Inspeção da usabilidade foi realizada durante todo o processo do desenvolvimento da interface, os Testes de usabilidade tiveram lugar em dois momentos: a realização de testes por um Grupo Controlo com as características o mais aproximadas com o público alvo da aplicação; e só posteriormente, a dois pacientes com DPOC do serviço de Pneumologia e Alergologia do Cedra com supervisão da equipa médica liderada pelo Prof. Carlos Robalo Cordeiro. Na Tabela 6.4, estão as abordagem seguida para os métodos supramencionados.

Tabela 6.4: Abordagens seguidas para a realização da avaliação da usabilidade.

Abordagem	Descrição
Avaliação Heurística	Ao longo do desenvolvimento do OneCareTablet Espiro, foi realizada de forma contínua a aferição do grau de concordância com as regras consideradas por certos especialistas na área como boas práticas de design de interfaces de forma a se atingir um bom resultado, isto é, uma boa interface. Estas regras são conhecidas como ” <i>Eight Golden Rules of Interface Design</i> ” [61], descritas na Secção 4.3.3.
Avaliação segundo a escala <i>System Usability Scale</i> (SUS)	A escala SUS é uma escala bem definida e reconhecida como uma abordagem válida para análise de usabilidade de interfaces dos mais diversos sistemas. Permite avaliar a usabilidade de sistemas com base na análise de concordância através de dez afirmações, com a utilização de cinco níveis de concordância, disponíveis para consulta no Apêndice M.
Avaliação segundo o questionário <i>Computer System Usability Questionnaire</i> (CSUQ)	Para além da utilização das afirmações da SUS, chegou-se à conclusão que deveria ser adicionado este questionário CSUQ, disponível para consulta no Apêndice N. Devido ao facto de analisar o grau de concordância numa vertente menos genérica do que a escala SUS, permitiu a obtenção de um maior <i>feedback</i> dos pacientes sobre o OneCareTablet Espiro e ao seu contexto. A abordagem é semelhante com a utilização de sete níveis de concordância, tendo-se optado por acrescentar comentários a cada afirmação e perguntas abertas de opinião pessoal.

Nas secções que se seguem são apresentados e discutidos os resultados obtidos da aplicação das abordagens descritas na Tabela 6.4.

### 6.4.1 Inspeção da usabilidade

A inspeção da usabilidade de um sistema visa encontrar problemas de usabilidade no *design* de uma interface com o utilizador final e, com base nesses problemas, fazer recomendações no sentido de os eliminar.

Ao longo do desenvolvimento do OneCareTablet Espiro, foi realizada de forma contínua a aferição do grau de concordância com as regras consideradas por certos especialistas na área como boas práticas de *design* de interfaces de forma a se atingir um bom resultado final. Dos diferentes métodos existentes para a inspeção da usabilidade da interface, o método escolhido foi a Avaliação Heurística com recurso à revisão das *guidelines*. Foram aplicadas as regras conhecidas como ”*Eight Golden Rules of Interface Design*” [61], descritas na Secção 4.3.3. De seguida, são apresentadas algumas vistas que permitiram atingir a concordância entre a interface e algumas das *guidelines* de *design* seguidas. As figuras abaixo (Figura 6.11 e Figura 6.12) ilustram as abordagens seguidas para a notificação da ocorrência de erros.

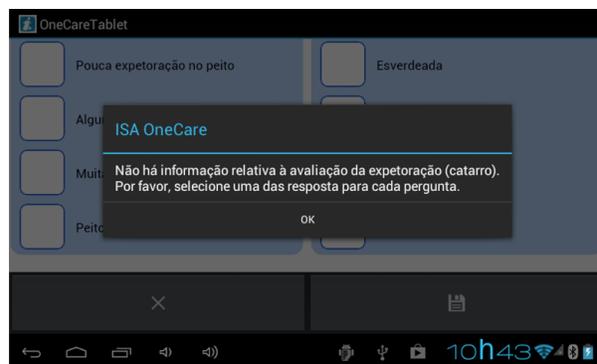
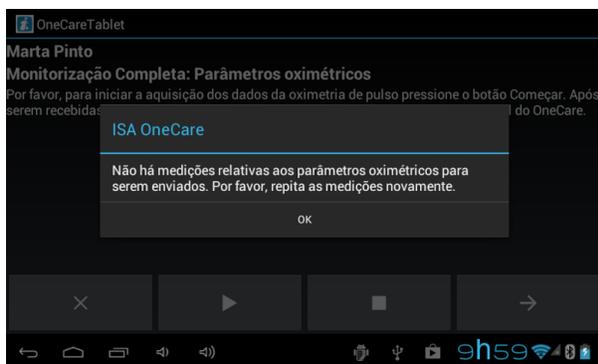


Figura 6.11: Mensagem de erro de inexistência de medições válidas para enviar para o servidor a) Ecrã de aquisição automática oximetria (à esquerda) b) Ecrã de avaliação da expetoração (à direita).

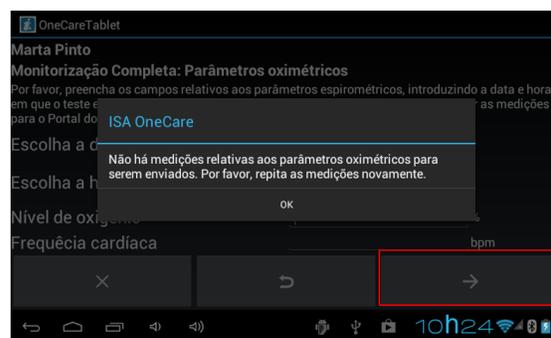
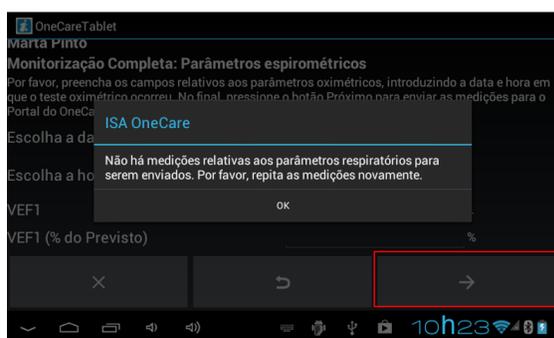


Figura 6.12: Fluxo de execução da aquisição manual dos parâmetros oximétricos.

Na Figura 6.11, tem-se o *feedback* fornecido ao paciente da indisponibilidade de medições válidas para serem enviadas para o servidor, não sendo permitido a passagem para o próximo ecrã de monitorização. Na Figura 6.12, são apresentadas mensagens ao paciente a informar da impossibilidade de se efetuar a passagem para o ecrã seguinte sem que todos os campos relativos aos parâmetros espirométricos/oximétricos estejam todos preenchidos.

Em seguida (Figura 6.13), estão presentes dois dos diálogos de conclusão de ações mais importantes durante a sessão de monitorização: o cancelamento da monitorização, o envio das medições e a conseqüente passagem para o próximo ecrã de monitorização. Estas decisões a serem tomadas pelos pacientes têm conseqüências imediatas que são salvaguardadas por estas caixas de diálogo.



Figura 6.13: Caixas de diálogo de a) cancelamento da monitorização (à esquerda) e b) conclusão do ecrã de monitorização (à direita).

A navegabilidade no OneCareTablet Espiro não é restrita ao ecrã atual onde se encontra o paciente. Na Figura 6.14, demonstra-se a possibilidade do paciente voltar à procura do dispositivo *Bluetooth*, estando no ecrã de aquisição manual. Pode ter acontecido equivocarse e durante a procura do dispositivo *Bluetooth* ter premido "Cancelar e ir para Aquisição Manual" ou porque, entretanto, o dispositivo ficou disponível para ser detetado (desligou-se, falta de pilhas, entre outras razões).



Figura 6.14: Passagem do ecrã manual de espirometria para a procura do dispositivo COPD-6 novamente.

Para além disso, na apresentação do resumo das respostas aos questionários há a hipótese de voltar a apresentação do questionário caso o paciente pretenda alterar a resposta dada (Figura 6.15).

É possível observar que a informação apresentada nos diferentes ecrãs é consistente entre si. De acordo com o estudo realizado por Kulpa acerca da conceção de interfaces para deficientes visuais, é referido que a cor é o elemento ou informação do objeto que mais rapidamente é captado pelo humano [70]. Dentro desta, o contraste é decisivo na melhor visualização das informações contidas numa interface, devido à sua capacidade de diferenciar planos, destacar conteúdos e caracterizar dimensões. Por sua vez, de entre os parâmetros do contraste, o contraste tonal é considerado como o mais efetivo [70].

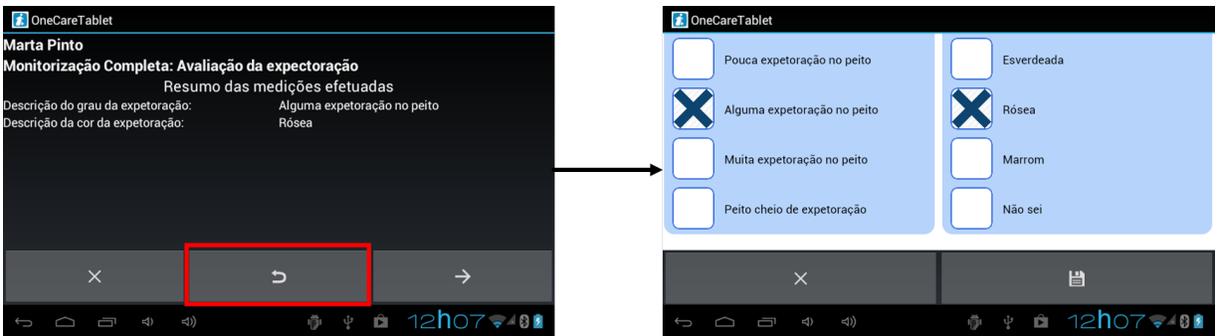


Figura 6.15: Passagem da visualização das respostas para o questionário da expectoração novamente.

Sabendo que os pacientes com DPOC são na sua maioria idosos, com presumíveis dificuldades visuais foi adotado uma combinação de cores, em que a cor do fundo do ecrã é a cor padrão do desenvolvimento em *Android*, tendo-se escolhido a cor branca para os textos e a opção *bold* para destacar informação mais relevante como o estado de ligação dos equipamentos e da aquisição de medições. A redução da tarefa de memorização é feita logo à partida com a inerente filosofia da aplicação de monitorização. A apresentação de ecrãs sequenciais, com a localização de elementos com funções similares nos mesmos locais da interface e pela mesma ordem faz com que o paciente consiga apreender o modelo físico e conceptual da aplicação. É disso exemplo a padronização da barra de botões colocada na parte inferior do ecrã em todos os ecrãs que constituem o OneCareTabletEspiro.

### 6.4.2 Testes de usabilidade

A avaliação com pacientes reais é fundamental para a avaliação de usabilidade em qualquer sistema. Deste modo, a realização da Prova de Conceito teve como objetivo avaliar se as necessidades de monitorização estão a ser cumpridas com o OneCareTablet Espiro e efetuar a aferição da usabilidade do sistema. Para tal, o plano dos testes passou pela seleção de dois pacientes do Serviço de Pneumologia e Alergologia do Cedra, tendo sido o único critério de seleção serem escolhidos pacientes do distrito de Coimbra de forma a ser providenciado apoio técnico presencial, caso fosse necessário. No dia em que ocorreu a seleção, apenas dois pacientes com DPOC estiveram em consulta com a equipa médica de Pneumologia, tendo aceite participarem nos testes. Teria havido capacidade para a participação de mais um paciente, devido ao facto do projeto possuir três espirómetros portáteis, muito embora o projeto só tivesse incluídos dois oxímetros de pulso.

Antes da realização da Prova de Conceito, o OneCareTablet Espiro foi entregue a um Grupo Controlo constituído por duas pessoas em que os critérios de seleção passaram pela faixa etária acima dos 40 anos e que fumassem ou que já tivessem tido hábitos tabágicos. Os testes tiveram uma duração de 15 dias com a adoção dos todos os procedimentos no que diz respeito à sessão de esclarecimento inicial, realização do tipo e do número de monitorizações diárias, bem como o apoio técnico prestado. Os testes realizados neste grupo visaram a

criação de uma *baseline* para a comparação dos resultados em termos de utilização e de usabilidade do sistema entre o Grupo de Controlo e os pacientes da Prova de Conceito.

Após a seleção dos pacientes, seguiu-se a marcação da sessão de esclarecimento e treinamento do OneCareTablet Espiro. Esta decorreu no domicílio de cada paciente, local preferencial para a realização da monitorização. Os testes tiveram a duração de oito dias, com a realização de duas monitorizações diárias, prescritas pelo Prof. Carlos Robalo Cordeiro. Estas deveriam ter lugar após a administração matinal da medicação própria para a DPOC e ao fim do dia.

A sessão de esclarecimento inicial teve uma duração média de duas horas, em que inicialmente foi feita a demonstração por parte do avaliador do processo de monitorização, fornecendo formação relativamente à execução correta e rigorosa do teste espirométrico e oximétrico. De forma a enquadrar o paciente, foi feito o acompanhamento da demonstração com recurso ao Manual de Instruções para que fosse mais fácil a resolução de dúvidas nas monitorizações futuras, disponível para consulta no Apêndice J.

Segundo Rocha e Baranauskas (2003), para a avaliação dos resultados deve ser considerado a confiabilidade, a certeza de que o mesmo resultado será obtido, e a validade, que representam os aspetos de usabilidade que se pretendem refletir durante a Prova de Conceito. No entanto, é difícil aferir a confiabilidade total com base nos resultados obtidos, dado que segundo Nielson [71] a amostra participante na Prova de Conceito apenas cobrirá cerca de 50% dos problemas de usabilidade do OneCareTablet Espiro. No que diz respeito à validade dos resultados, procedeu-se à caracterização da amostra com a entrega aos participantes de um Questionário de Perfil, disponível para consulta no Apêndice K. Para além de informações pessoais, educacionais e relativamente à DPOC, este traça o perfil dos pacientes enquanto utilizadores das novas tecnologias. Da análise da resposta ao Questionário de Perfil, os participantes na Prova de Conceito são pacientes em que há um representante de cada género, onde o diagnóstico da DPOC foi relativamente recente (menos de um ano) com idades avançadas (71 e 76 anos), não utilizando *smartphones* ou *tablets*. Não são referidas significativas dificuldades visuais ou motoras por parte dos pacientes. Já no Grupo de Controlo, verifica-se uma faixa etária mais baixa (57 e 58 anos), a familiarização com *smartphones* e *tablets* e num dos casos a apresentação de uma extensa utilização das aplicações móveis. É referido em ambos os casos a existência de dificuldades visuais.

No final dos testes foi entregue um questionário (Apêndice O) ao grupo da Prova de Conceito e ao Grupo Controlo elaborado com base nos questionários CSUQ (Apêndice N) e SUS (Apêndice M), tendo sido ambos objeto de uma adaptação necessária face ao contexto próprio do OneCareTablet Espiro. O OneCareTablet Espiro trata-se de um sistema remoto de monitorização de uma doença crónica em que o sucesso na realização de tarefas não está necessariamente relacionada com a rapidez com que as tarefas são executadas. A título de exemplo, na pergunta "Consigo completar o meu trabalho rapidamente recorrendo à plataforma", não faz sentido esta afirmação para avaliar a usabilidade do OneCareTablet Espiro, uma vez que o objetivo é que os pacientes executem as tarefas solicitadas com rigor e ponderação, evitando os erros de monitorização.

Os resultados obtidos para o questionário CSUQ adaptado estão presentes na Figura

6.16 e para o SUS adaptado na Figura 6.17.

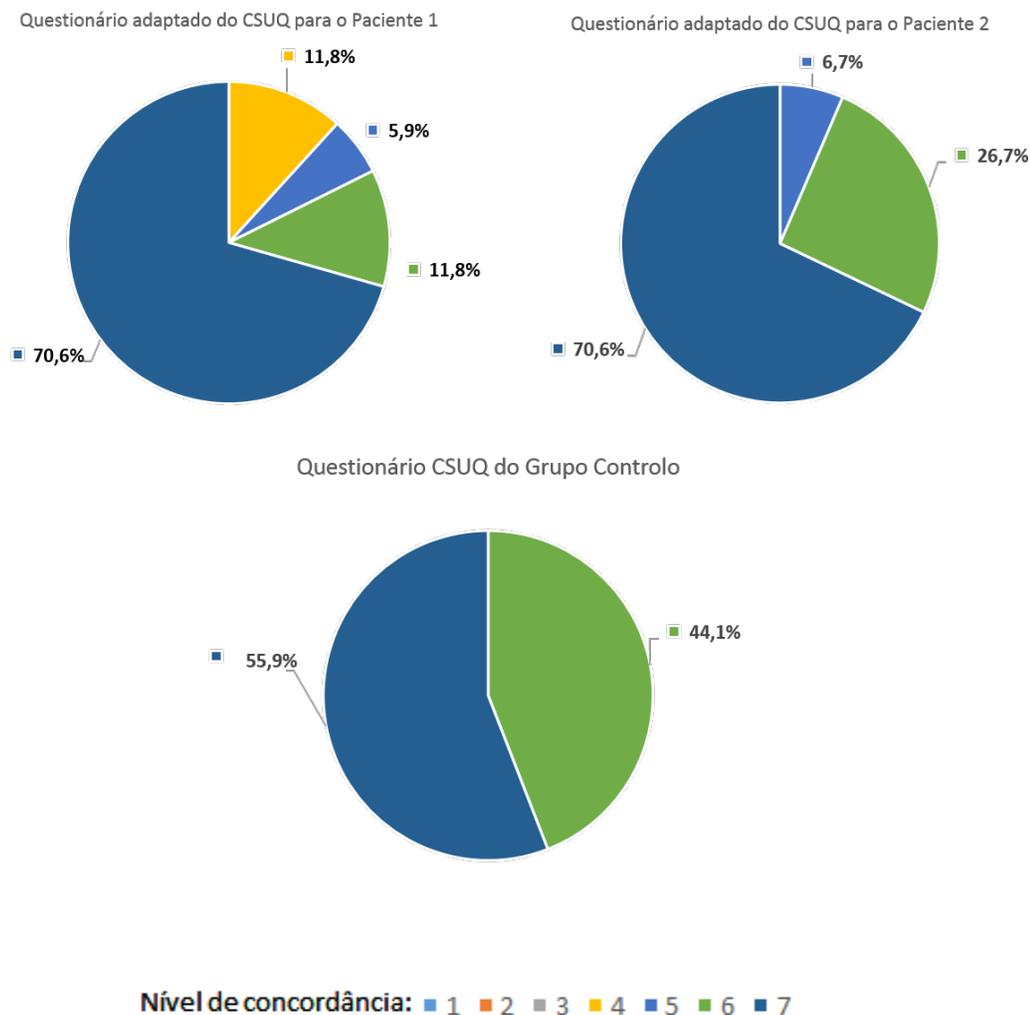


Figura 6.16: Gráfico com as respostas ao questionário CSUQ adaptado a) para o Paciente 1 (em cima, à esquerda) b) para o paciente 2 (em cima, à direita) e c) para o Grupo Controlo (em baixo).

Da análise da informação contida na Figura 6.16, pode concluir-se que, em geral, existiu um bom nível de concordância na resposta ao Questionário CSUQ adaptado. O nível de concordância de sete foi o nível mais atribuído tanto pelos pacientes, 70,6%, como pelo Grupo de Controlo, 55,9%. Do cálculo da média ponderada das respostas tem-se um nível de concordância de 6,5 para o Paciente 1, de 6,8 para o Paciente 2 e de 6,6 para o Grupo de Controlo. Se por um lado o nível de concordância é mais elevado no grupo da Prova de Conceito, verifica-se a existência de percentagens relativas a níveis de concordância mais baixos. Tal não acontece com o Grupo Controlo que não atribuiu às afirmações um nível de concordância inferior a seis.

Analisando as respostas presentes na Tabela P.1 do Apêndice P, constata-se que os pacientes têm a opinião de que a aplicação não é muito simples de ser utilizada (afirmação b)). Esta informação é esclarecida nos comentários introduzidos na parte do questionário dedicada à opinião pessoal, onde os pacientes referem que a maior dificuldade foi registada nos primeiros contactos com o OneCareTablet Espiro de forma independente (sem o suporte de forma presencial). Porém, também é mencionado que após o esclarecimento de dúvidas através do suporte técnico telefonicamente fornecido e com a experiência adquirida, resultou numa maior facilidade na utilização do OneCareTablet Espiro.

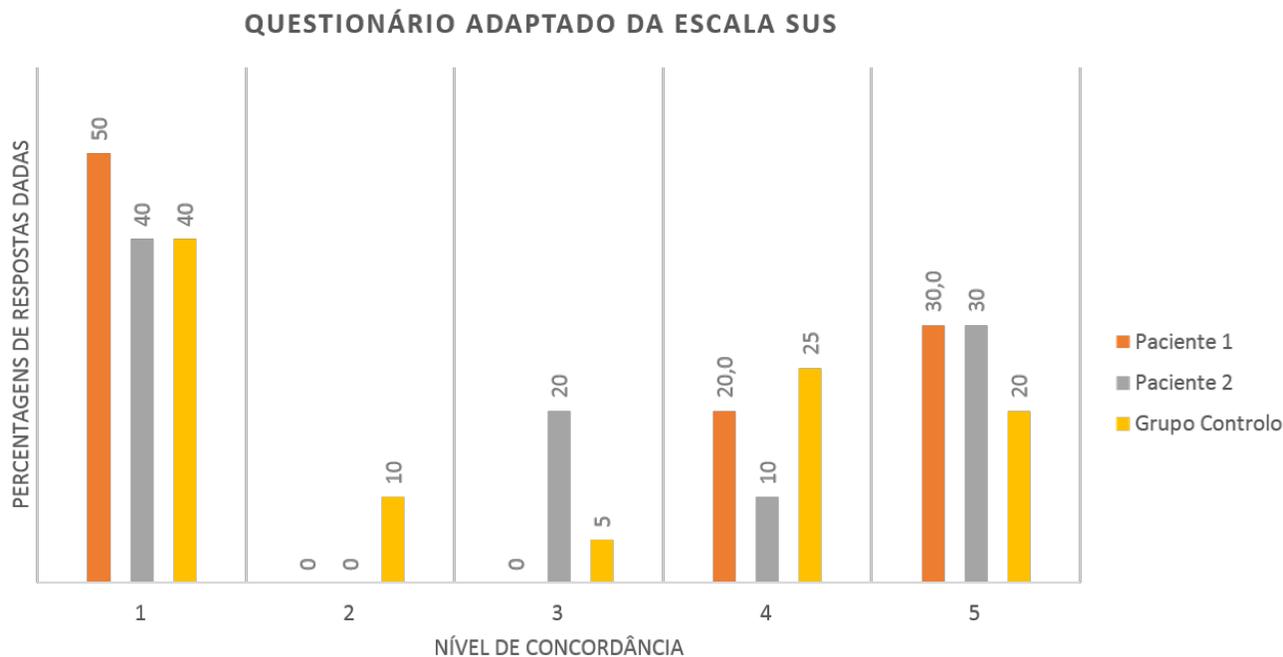


Figura 6.17: Gráfico com as respostas ao questionário adaptado da escala SUS.

É necessário referir que na escala SUS, metade das afirmações são formuladas de forma positiva e a outra metade está redigida de forma negativa. Analisando a Figura 6.17, pode verificar-se que há a dispersão do nível de concordância no Grupo de Controlo em comparação aos pacientes. Este é um indicador de que a aceitação geral do sistema pelos pacientes foi maior, podendo ficar a dever-se ao facto da exigência em termos de performance ser maior no Grupo de Controlo devido ao facto de estar mais familiarizado com as aplicações móveis.

Quanto às melhorias sugeridas pelo Grupo Controlo, estas passam pela adição de uma pausa entre os ecrãs de monitorização que incluíssem a deteção de dispositivos *Bluetooth*. Para estes utilizadores, a realização da procura imediatamente após o envio das medições do ecrã anterior é causadora de uma ligeira sensação de "aflição" no decorrer do processo de monitorização. No que diz respeito ao Paciente 2, é referida a necessidade de identificar melhor os ecrãs de aquisição automática (espirometria e oximetria). Para tal, foi sugerida a

colocação da imagem do equipamento na interface respetiva, podendo ser um fator importante no reconhecimento unívoco destes ecrãs muito semelhantes a nível dos elementos da interface. No que diz respeito ao Paciente 1, é referido como ponto fraco a não tão elevada sensibilidade dos ecrãs de resposta a questionário na marcação com um "x" às perguntas de resposta múltipla.

Como pontos fortes do OneCareTablet Espiro é transversal a opinião, quer no Grupo Controlo quer no Grupo da Prova de Conceito, o facto da realização das medições ser feita de forma sequencial, da apresentação da informação ser clara, sem a utilização de linguagem técnica e de apresentar mensagens e diálogos que fornecem o *feedback* necessário durante a monitorização. Por fim, é referida a sensação de segurança que a aplicação proporcionou, com a apresentação no final da Avaliação Combinada da GOLD, evitando-se desnecessárias deslocações a centros médicos com a realização de um acompanhamento dia-a-dia pelo médico responsável.

## 6.5 Impacto do OneCareTablet Espiro na monitorização da DPOC

A realização da Prova de Conceito, para além de ter sido constituída por uma amostra pequena sobre a qual não é possível tirar ilações estatisticamente significativas, apresentou uma duração em que não é possível aferir a extensão total do impacto deste sistema de monitorização nos pacientes. No entanto, foi suficiente para constatar-se que é eficaz na deteção de situações de risco.

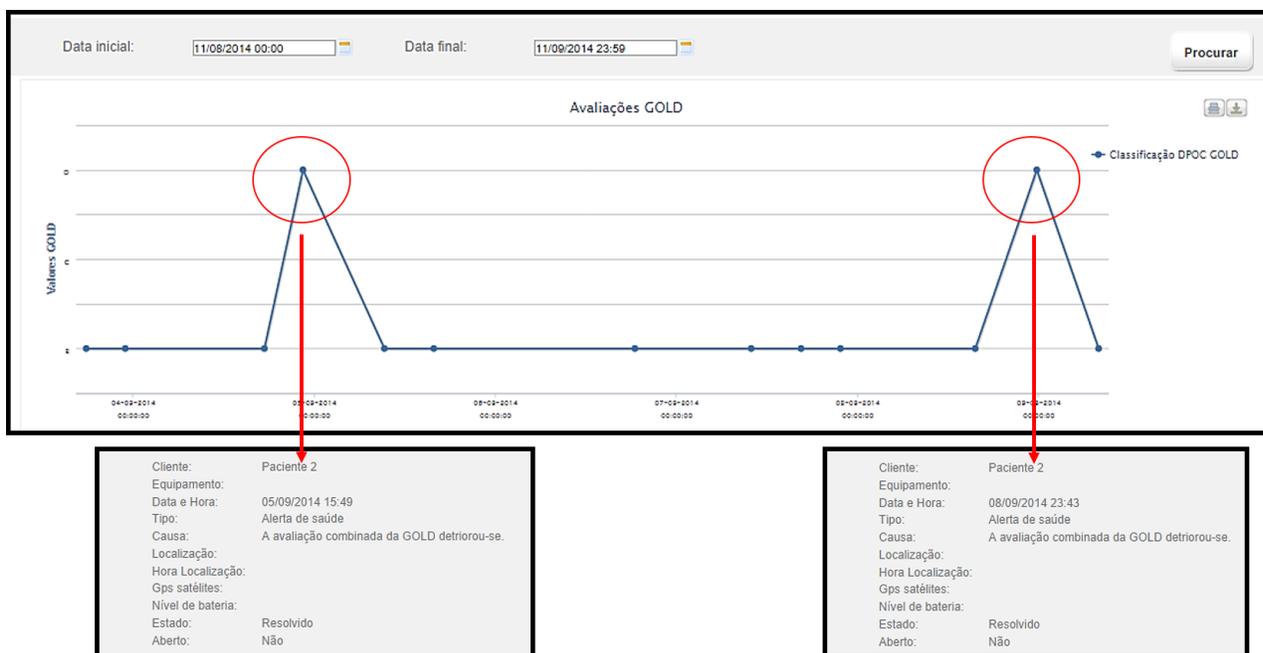


Figura 6.18: Gráfico da evolução da Avaliação Combinada da GOLD do Paciente 2 e os alertas de saúde emitidos na sequência da deterioração desta.

Como tem vindo a ser referido, os problemas associados com a existência de exacerbações e crises respiratórias é a grande preocupação dos médicos, pacientes e familiares. Durante a Prova de Conceito, o Paciente 2 em dois momentos registou a deterioração da Avaliação Combinada GOLD. A classificação normal do paciente é B, tendo-se verificado a passagem para a D com a emissão do alerta de saúde correspondente, tal como ilustrado na Figura 6.18. Após a verificação destas situações, o paciente foi contactado, tendo confirmado a existência de dias extenuantes, com a primeira deterioração da classificação GOLD estar relacionada com a realização de procedimentos médicos classificados como "dolorosos e que me fizeram ficar bastante cansado". Deste modo, o sistema permite o acompanhamento diário destes pacientes e a realização do despiste de situações potencialmente de risco. A supervisão destas situações é possível através da emissão do alerta de saúde, mas também da análise dos traçados gráficos, em que fica evidente a contribuição do conjunto dos parâmetros recolhidos, com destaque para os parâmetros espirométricos. Na Figura 6.19, observa-se

uma diminuição dos valores espirométricos relativamente às monitorizações anteriores que coincide com o lançamento do alerta.

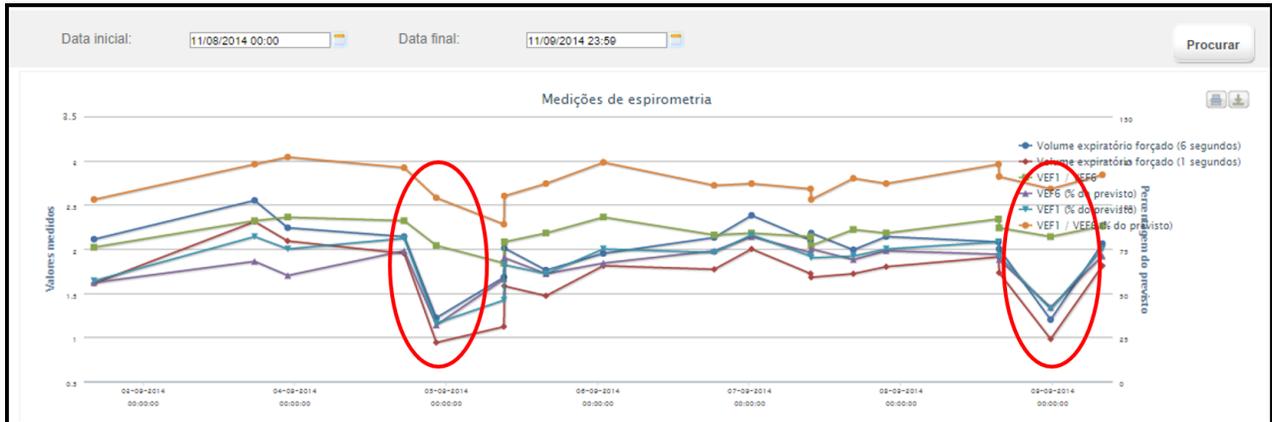


Figura 6.19: Gráfico dos parâmetros espirométricos do Paciente 2.

Comparando os resultados obtidos com os dados clínicos fornecidos pelo Cedra com os da Tabela 6.5, pode verificar-se a concordância entre a classificação da DPOC em ambos os pacientes: grau de gravidade da doença ligeiro para o Paciente 1 com a obtenção de classificação GOLD 1,2 e moderado para o Paciente 2 resultante de classificações GOLD de 2,3. Não são valores exatos devido ao registo de episódio agudos com a classificação GOLD a ter-se deteriorado em uma situação para o Paciente 1 e duas vezes para o Paciente 2, como ilustra a Figura 6.18.

Tabela 6.5: Quadro com a média e desvio padrão dos parâmetros da DPOC recolhidos durante os testes.

Parâmetros da DPOC		Controlo 1	Controlo 2	Paciente 1	Paciente 2	
Parâmetros Espirométricos	VEF1 (L)	2,76 ± 0,18	2,79 ± 0,15	2,32 ± 0,19	1,68 ± 0,25	
	VEF6 (L)	2,93 ± 0,21	2,93 ± 0,20	2,58 ± 0,15	2,04 ± 0,20	
	VEF1/VEF6 (%)	94 ± 2	95 ± 4	86 ± 2	84 ± 5	
	VEF1 (Previsto) (L)	3,33 ± 0	3,25 ± 0,04	2,17 ± 0,1	2,50 ± 0,1	
	VEF6 (Previsto) (L)	3,81 ± 0,01	3,73 ± 0,01	2,55 ± 0,09	3,07 ± 0,29	
	VEF1/VEF6 (Previsto) (%)	84 ± 1	84 ± 0	78,5 ± 4,73	74,7 ± 0,42	
	VEF1 (% do Previsto) (%)	83 ± 2	86 ± 2	93 ± 6	67 ± 3	
	VEF6 (% do Previsto) (%)	77 ± 3	79 ± 4	101 ± 5	66 ± 1	
	VEF1/VEF6 (% do Previsto) (%)	112 ± 0	113 ± 4	110 ± 6	112 ± 4	
	Parâmetros Oximétricos	Nível de oxigénio (%)	98 ± 0,4	98,1 ± 0,4	95,9 ± 0,5	94,4 ± 0,8
		Frequência cardíaca (bpm)	81,3 ± 11,0	77,9 ± 5,6	74,7 ± 5,9	84,9 ± 8,4
Avaliação Combinada GOLD		1,3 ± 0,4	1,4 ± 0,6	1,2 ± 0,3	2,3 ± 0,5	
Avaliação da Dispneia		0 ± 0	0,89 ± 0,99	0,96 ± 0,07	2 ± 0	
Avaliação da Expetoração	Grau	0 ± 0	0,56 ± 0,9	0 ± 0	0 ± 0	
	Cor	0 ± 0	1,67 ± 0,5	0 ± 0	0 ± 0	
Historial de crises respiratórias		0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	

Do conjunto de testes efetuados e da análise realizada dos dados recolhidos no Questionário de Perfil em conjunto com o Questionário de Usabilidade, bem como da própria análise das medições recolhidas, presentes na Tabela 6.5, permitiu a realização da validação do OneCareTablet Espiro com resultados obtidos positivos, mostrando o seu valor na monitorização de pacientes com DPOC.



# Capítulo 7

## Conclusões e Trabalho Futuro

Neste capítulo, são apresentadas as conclusões retiradas ao longo do trabalho desenvolvido neste projeto e enumeradas as perspectivas futuras deste projeto no âmbito dos sistemas de monitorização da DPOC.

### 7.1 Conclusões

O trabalho desenvolvido tornou evidente a escassez de sistemas remotos eficazes na monitorização de pacientes com a Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica. Do crescente impacto negativo da DPOC na qualidade de vida destes doentes, surgiu a necessidade de desenvolver um sistema de monitorização remoto que permita o controlo da doença estável e a prevenção de exacerbações a partir de um *tablet*.

Para tal, foi necessário estudar a doença e fazer o levantamento dos requisitos em colaboração com a equipa médica do serviço de Pneumologia e Alergologia do Cedra. Dos diversos contactos e reuniões realizadas, concebeu-se uma solução que compreende a recolha de parâmetros específicos da DPOC e que constam das *guidelines* e recomendações, sendo objeto da avaliação durante a prática clínica desta doença. Nesse sentido, o que diferencia este sistema relativamente aos demais é a inclusão na solução do método preferencial de diagnóstico, avaliação e controlo da DPOC, a espirometria. A aquisição de um sensor espirométrico portátil e a sua integração no OneCareTablet Espiro foi precedida da aplicação do processo PECA de avaliação dos espirómetros no mercado.

Do resultado da formalização dos objetivos, chegou-se à conclusão que o conceito da solução pretendida iria diferir da filosofia existente no sistema legado *OneCare Sensing*, no qual esta iria ser inserida, com a apresentação de ecrãs sequenciais de monitorização. Com a apresentação deste tipo de ecrãs, o OneCareTablet Espiro permite a obtenção de parâmetros biomédicos, de avaliação da sintomatologia e relativos ao historial de crises respiratórias com redução da interação dos pacientes. Esse facto é classificado como determinante no aumento da usabilidade e satisfação na utilização do sistema. Para além do desenvolvimento de um sistema capaz de recolher a informação necessária à monitorização da DPOC, foi concebido um sistema tendo em conta a existência de interação humano-computador por parte de

indivíduos com idade avançada e ainda pouco familiarizados com este tipo de tecnologias. Foi feito o estudo das boas práticas de *design* e conceção de interfaces de a forma melhorar um dos pontos fracos atribuídos a estes sistemas de monitorização de doenças crónicas: a usabilidade.

Sendo a existência de exacerbações e crises respiratórias o maior fator de risco associado à progressão da doença, concebeu-se um sistema de alertas de saúde específico para a DPOC. Da realização de testes em pacientes reais numa Prova de Conceito à aplicação em colaboração com a equipa do Serviço de Pneumologia e Alergologia do Cedra, e num grupo controlo, verificou-se a validade do sistema em identificar potenciais situações de risco para os pacientes. Da avaliação da usabilidade permitiu aferir junto aos utilizadores finais que o OneCareTablet Espiro é um sistema que confere uma maior segurança aos pacientes no controlo que fazem da sua doença, tendo sido atribuída um nível de concordância média de 6,65 nos pacientes e de 6,6 no Grupo Controlo. É referida a necessidade de um período inicial de aprendizagem, perceção do modelo físico e conceptual do sistema, para depois os pacientes passarem a realizar uma utilização confiante do OneCareTabletEspiro.

Para além do referido, foi reconhecido a relevância científica deste projeto no âmbito da DPOC através da submissão e aceitação de um artigo científico na conferência CENTERIS, a ser apresentado nesta em Outubro próximo.

Concluindo, o trabalho desenvolvido permitiu o cumprimento de todos os objetivos traçados com a obtenção de um produto com valor de negócio, podendo vir a ser relevante no controlo e tratamento da DPOC.

Em termos pessoais, a realização deste projeto foi desafiante. A realização deste trabalho, inserida numa equipa multidisciplinar, contribuiu para aumentar os meus conhecimentos em bioinformática, em particular em gestão de projetos e em engenharia de sistemas de *software* aplicada à saúde.

No que diz respeito à experiência no desenvolvimento, adquiri conhecimentos em *Android* e contactei com linguagens padrão no desenvolvimento *web* como o *HTML5* e o *Javascript*. No início do projeto o meu conhecimento de linguagens orientadas a objetos limitava-se a conhecimentos básicos em *Java*, pelo que foi bastante positivo o contacto com estas ferramentas e o seus paradigmas de desenvolvimento.

Foi uma experiência enriquecedora tanto a nível pessoal como profissional, tendo sido importante na clarificação do papel de um Engenheiro Biomédico na produção de ciência e inovação na área da saúde em que há participação de atores de distintas áreas do saber.

## 7.2 Trabalho Futuro

O trabalho desenvolvido permitiu a obtenção da primeira versão do OneCareTablet Espiro. Apesar da validade para a realização de uma monitorização rigorosa de pacientes com DPOC, há aspetos nos quais este poderá ser melhorado. Para além das sugestões de melhoramento fornecidas durante a realização da Prova de Conceito, outras direções poderão ser tomadas durante a fase de disseminação do projeto. Será da maior importância proceder-se ao estudo

com mais pacientes com DPOC de forma a avaliar o impacto numa maior extensão do OneCareTablet Espiro no controlo e prevenção de situações de risco da DPOC.

O aumento da confiança do sistema passará por promover a utilização assídua ao longo do tempo, tanto dos pacientes quanto dos médicos responsáveis. Nesse sentido, a implementação de um sistema de notificações e lembretes da realização das sessões de monitorização e a integração de uma base de dados na aplicação sincronizada com a base de dados do *OneCare Sensing*, acautelando o *disconnected computing*, poderão ser decisivos para a plena instalação do OneCareTablet Espiro como alternativa aos métodos tradicionais de tratamento desta doença.

Por fim, tendo um número de pacientes a utilizarem o sistema no seu dia-a-dia para o seguimento da sua doença, era interessante efetuar-se um estudo sobre os dados recolhidos e desenvolver um modelo inteligente. Nesse sentido, a obtenção de um modelo que permita a previsão de crises com uma maior antecedência seria o ideal com a inclusão de mais parâmetros para além dos que a Avaliação Combinada GOLD, ponderando a integração de mais sensores como um podómetro. Deste modo, seria possível a emissão de alertas de saúde mais personalizados à situação individual de cada paciente.

# Bibliografia

- [1] Solange Kanso, Processo de envelhecimento populacional: um panorama mundial, *Simpósio do programa Tutorial em ecónomia doméstica*, Junho 2013, Disponível em: <http://www.ded.ufv.br/workshop/docs/anais/2013/Solange%20Kanso.pdf>[Acedido a 23.09.2013]
- [2] Octavian Postolache, Pedro Girão, Fernando Santiago e António Pena, Sensores inteligentes no contexto de sistemas de telemonitorização de sinais vitais associados a cuidados continuados de saúde, *Portugal Telecom e Instituto de Telecomunicações*, 2007.
- [3] Mário Leston Bandeira, Alda Botelho de Azevedo, Maria Cristina Sousa Gomes, Maria Filomena Mendes, Maria Isabel Baptista e Maria João Moreira, Dinâmicas Demográficas e Envelhecimento, *Fundação Francisco Manuel dos Santos, Instituto do Envelhecimento da Universidade de Lisboa*, Maio 2012, Disponível em: <https://www.ffms.pt/upload/docs/cf188adf-cdc8-496e-8fb8-8e89516aad00.pdf> [02.12.13]
- [4] European Commission, Europe's population is getting older. How will this affect us and what should we do about it?, *Press releases database*, 2005, Disponível em: [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-05-322\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-05-322_en.htm) [26.09.13]
- [5] Assunção Cristas, Luís Pedro Mota Soares, Patrícia Mera, Rui Barreira, Adolfo Mesquita Nunes, Francisco Mendes da Silva, Mariana Ribeiro Ferreira, Rui Castro, Diva Pinto e Inês Teodósio Pereira, Natalidade, o desafio português, *CDS-PP*, Novembro 2007, Disponível em: <http://www.cds.pt/pdf/relatorios/Natalidade.pdf> [Acedido a 20.12.13]
- [6] Sapo Notícias, Medidas de incentivo à natalidade em Portugal falham, *Sapo Notícias*, Fevereiro 2012, Disponível em: [http://noticias.sapo.pt/nacional/artigo/fecundidade-medidas-de-incentivo\\_2584.html](http://noticias.sapo.pt/nacional/artigo/fecundidade-medidas-de-incentivo_2584.html) [Acedido a 09.01.14]
- [7] Fiche de Données Sur La Population Mondiale, *Population Reference Bureau*, 2010. Disponível em: [http://www.prb.org/pdf10/10wpds\\_fr.pdf](http://www.prb.org/pdf10/10wpds_fr.pdf) [Acedido a 02.10.13]
- [8] Direção-Geral de Saúde, Plano Nacional de Saúde 2012-2016: Indicadores e Metas em Saúde, *emphDGS*, 2012, Disponível em: [http://pns.dgs.pt/files/2012/02/99\\_7\\_Indicadores\\_e\\_Metas\\_em\\_Saude\\_2013-01-18.pdf](http://pns.dgs.pt/files/2012/02/99_7_Indicadores_e_Metas_em_Saude_2013-01-18.pdf)

- [9] Catarina Duarte, Inovação e doenças crónicas vão pressionar despesa, *Expresso*, Janeiro 2012, Disponível em: [http://economico.sapo.pt/noticias/inovacao-e-doencas-chronicas-vaopressionar-despesa\\_136585.html](http://economico.sapo.pt/noticias/inovacao-e-doencas-chronicas-vaopressionar-despesa_136585.html) [Acedido a 15.12.13]
- [10] Instituto Nacional de Estatística, De 2000 a 2008, a despesa total em saúde cresceu a ritmo superior ao do PIB - 2008, *Conta Satélite da Saúde 2000-2008*, Novembro 2010, Disponível em: [http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_destaques&DESTAQUESdest\\_boui=84693075&DESTAQUESmodo=2](http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_destaques&DESTAQUESdest_boui=84693075&DESTAQUESmodo=2) [Acedido a 08.01.14]
- [11] Jorge Henriques e Paulo Carvalho, Telemedicina, *Informática Médica, Departamento de Engenharia Informática da Universidade de Coimbra*, Novembro 2013. [Acedido a 07.01.14]
- [12] Ana Catarina Marta da Siva, A Qualidade do Serviço de Urgência: Perceções dos Utentes e dos Prestadores, *Universidade de Aveiro*, Abril 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10773/3471> [Acedido a 16.11.13]
- [13] Across Healthcare, *Intel*, pp.3-4, 2013. Disponível em: <http://www.intel.com/content/dam/www/public/us/en/documents/white-papers/healthcare-intel-across-healthcare-paper.pdf> [Acedido a 18.12.13]
- [14] Kuhn, Tomas, *A Estrutura das Revoluções Científicas*, Lisboa: Guerra e Paz, 2009.
- [15] Organização Mundial de Saúde, Cuidados Inovadores para Condições Crónicas: componentes estruturais de ação, 2003, Disponível em: <http://www.who.int/chp/knowledge/publications/icccportuguese.pdf> [Acedido em 15.12.13]
- [16] Landers e Steven H., Why Health Care Is Going Home, *New England Journal of Medicine*, Vol.363, nº18, pp. 1690-1691, 2010, Disponível em: <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMp1000401> [Acedido em 21.11.13]
- [17] Despacho Normativo nº 3571/2013, Nº46, *Diário da República*, 2ª Série B, Março 2013, Disponível em: <http://dre.pt/pdfgratis2s/2013/03/2S046A0000S00.pdf> [Acedido em 06.10.13]
- [18] Yan Yan, Qi Li, Heping Li, Xuejun Zhang e Lei Wang, A home-based health information acquisition system, *Information Science and Systems*, Vol.1, nº12, Novembro 2013, Disponível em: <http://www.hissjournal.com/content/1/1/12> [Acedido em 20.10.13]
- [19] Heijden, M., Peter J.F.Lucas, Bas Lijnse, Yvonne F.Heijdra e Tjard R.J. Shermer, An autonomous mobile system for the management of COPD, *Journal of biomedical informatics*, Vol.46, pp. 458-469, Junho 2013, Disponível em: [http://www.j-biomed-inform.com/article/S1532-0464\(13\)00037-3/abstract](http://www.j-biomed-inform.com/article/S1532-0464(13)00037-3/abstract) [Acedido em 22.10.13]

- [20] VitalHeath Mobile. [Em Linha] Acessível em: [http://www.vitalmobilehealth.com/portuguese/monitoring\\_services.html](http://www.vitalmobilehealth.com/portuguese/monitoring_services.html) [Acedido em 7.02.14]
- [21] One Touch Laboratory for respiratory analysis, *Medical International Research*, 2012 Disponível em: [http://www.spirometry.com/Download/Manuals/new\\_download\\_manual.asp?device=Spirodoc&doc=brochures&txtFile=L\\_Spirodoc\\_USA\\_2012\\_01.pdf&id=307](http://www.spirometry.com/Download/Manuals/new_download_manual.asp?device=Spirodoc&doc=brochures&txtFile=L_Spirodoc_USA_2012_01.pdf&id=307) [Acedido em 17.10.13]
- [22] Paula de Toledo, Silvia Jiménez, Francisco del Pozo, Jose Roca, Albert Alonso e Carmen Hernandez, Telemedicine Experience for Chronic Care in COPD, *IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine*, nº10, Vol.10, pp-567-573, Julho 2006.
- [23] L.F.Crespo, D.Sánchez Morillho, M.Crespo, A.Leon, S.Astorga, K.Giokas e I.Kouris, Telemonitoring in AMICA: A design based on and for COPD, *Ambient Assisted Living E.U Joint Programme*, pp.978-983, 2010.
- [24] GOLD, Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease, *Global Initiative for Chronic Obstrutive Lung Disease*, Fevereiro 2013, Disponível em: [http://www.goldcopd.org/uploads/users/files/GOLD\\_Report\\_2013\\_Feb20.pdf](http://www.goldcopd.org/uploads/users/files/GOLD_Report_2013_Feb20.pdf) [Acedido em 20.19.13]
- [25] A global brief on hypertension, *Health Organization*, pp-9, 2013. Disponível em: [http://www.who.int/cardiovascular\\_diseases/en/](http://www.who.int/cardiovascular_diseases/en/) [Acedido em 10.12.13]
- [26] WHO's role and activities COPD. *World Health Organization*, 2014. Disponível em: <http://www.who.int/respiratory/copd/activities/en/> [Acedido em 15.02.14]
- [27] World Health Organization, Chronic Diseases, *World Health Organization*, 2013.
- [28] World Health Organization, The top 10 causes of death, Julho 2013, Disponível em: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs310/en/> [Acedido em 27.01.14]
- [29] What is Telemedicine?, *American Telemedicine Association*, 2012. Disponível em: [http://www.americantelemed.org/about-telemedicine/what-is-telemedicine#.VAtiT\\_ldVps](http://www.americantelemed.org/about-telemedicine/what-is-telemedicine#.VAtiT_ldVps) [Acedido em 29.07.14]
- [30] Intel Health, Reconceiving Disease Management: A Technology Perspective, *Intel*, 2007. Disponível em: [http://www.intel.com/pressroom/kits/healthcare/DiseaseMgmt\\_whitepaper.pdf](http://www.intel.com/pressroom/kits/healthcare/DiseaseMgmt_whitepaper.pdf) [Acedido em 01.08.14]
- [31] Organização Mundial de Saúde, Vigilância global, prevenção e controlo das doenças respiratórias crónicas: uma abordagem integradora, *Direção-Geral de Saúde*, 2007, Disponível em: [http://www.who.int/gard/publications/GARD\\_Portuguese.pdf](http://www.who.int/gard/publications/GARD_Portuguese.pdf) [Acedido em 26.11.14]

- [32] World Health Organization, Map production: Public Health Information and Geographic Information Systems (GIS), *World Health Organization*, 2008. Disponível em: [http://gamapserver.who.int/mapLibrary/Files/Maps/Global\\_Deaths\\_CRD\\_Males\\_2008.png](http://gamapserver.who.int/mapLibrary/Files/Maps/Global_Deaths_CRD_Males_2008.png) [Acedido em 29.02.14]
- [33] World Health Organization, Map production: Public Health Information and Geographic Information Systems (GIS), *World Health Organization*, 2008. Disponível em: [http://gamapserver.who.int/mapLibrary/Files/Maps/Global\\_Deaths\\_CRD\\_Females\\_2008.png](http://gamapserver.who.int/mapLibrary/Files/Maps/Global_Deaths_CRD_Females_2008.png) [Acedido em 29.02.14]
- [34] Andreas Raptopoulos, EU awards 6 million to project for COPD multi-morbid patients, *Digital Agenda For Europe*, Dezembro 2013, Disponível em: <http://ec.europa.eu/digital-agenda/en/news/eu-awards-6-million-project-copd-multi-morbid-patients> [Acedido em 29.02.14]
- [35] C.R. Cordeiro, Dia mundial da DCOP, *Jornal de Notícias*, Vol.Suplemento mensal, p.3, Novembro 2012, Disponível em: [http://www.bial.com/imagem/DossierSaude\\_DPOC.pdf](http://www.bial.com/imagem/DossierSaude_DPOC.pdf) [Acedido em 03.02.14]
- [36] David Bellamy, Spirometry in practise, A practical guide to using spirometry in primary care, Abril 2005, Disponível em: <https://www.brit-thoracic.org.uk/Portals/0/Clinical> [Acedido em 29.12.13]
- [37] Norma nº028/2011, Diagnóstico e Tratamento da Doença Pulmonar Obstrutiva Crónica, *Direção-Geral da Saúde*, Setembro de 2013, Disponível em: [https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CC8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.dgs.pt%2Fdirectrizes-da-dgs%2Fnormas-e-circulares-normativas%2Fnorma-n-0282011-de-30092011-atualizada-a-10092013-png.aspx&ei=6oIKU52eB7Po7AbkuoGwDw&usg=AFQjCNFYfIHMh909bgabqFY2-5-3qShr3Q&sig2=Erz956h0JhE8mPOZZpb1\\_Q](https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CC8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.dgs.pt%2Fdirectrizes-da-dgs%2Fnormas-e-circulares-normativas%2Fnorma-n-0282011-de-30092011-atualizada-a-10092013-png.aspx&ei=6oIKU52eB7Po7AbkuoGwDw&usg=AFQjCNFYfIHMh909bgabqFY2-5-3qShr3Q&sig2=Erz956h0JhE8mPOZZpb1_Q) [Acedido em 30.09.13]
- [38] Agnaldo José Lopes and José Manoel Jansen, Function testing and COPD - how pulmonary function tests are best used?, *Sociedade de Pneumologia e Fisiologia do Estado do Rio de Janeiro*, Vol.Atualizações temáticas, p.45, 2009, Disponível em: [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-05-322\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-05-322_en.htm) [Acedido em 29.11.13]
- [39] Kevin Gruffydd-Jones, Diretrizes de 2011 da GOLD: quais as implicações para o atendimento primário?, *Primary Care Respiratory Journal*, Vol.21, nº4, pp. 437-441, Julho 2012, Disponível em: <http://www.hissjournal.com/content/1/1/12> [Acedido em 17.11.13]
- [40] Portal da Saúde, Plataforma de Dados de Saúde: Portuguese Health Record, Novembro 2012, Disponível em: <http://www.portaldasaude.pt/portal/conteudos/a+saude+em+portugal/informatizacao/PDSenglishm.htm> [Acedido em 5.08.14]

- [41] Santiago Comella-Dorda, John Dean, Grace Lewis, Edwin Morris, Patricia Oberndorf e Erin Harper, A Process for COTS Software Product Evaluation, *Software Engineering Institute*, Pittsburgh, Julho 2004, Disponível em: <https://www.google.pt/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CC8QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.dtic.mil%2Fcgi-bin%2FGetTRDoc%3FAD%3DADA443491&ei=uYUKU50KHMd0QWvx4DwAw&usg=AFQjCNHsbjaawsipJFQLwe2Hz68r6wJzDw&sig2=QSprELsweMxZiBXe671-IA> [Acedido em 29.10.13]
- [42] Organização Mundial de Saúde, mHealth, New horizons for health through mobile technologies, Vol.3, 2011, Disponível em: [http://www.who.int/goe/publications/goe\\_mhealth\\_web.pdf?ua=1](http://www.who.int/goe/publications/goe_mhealth_web.pdf?ua=1) [Acedido em 10.08.14]
- [43] ICT for Health, Ageing Well, Inclusion and Governance, *Information and Communication Technologies*, Cordis, 2013. Disponível em: [http://cordis.europa.eu/fp7/ict/programme/challenge5\\_en.html](http://cordis.europa.eu/fp7/ict/programme/challenge5_en.html)
- [44] Sheree M Smith et. al, Technology and its role in respiratory care, *Primary Care Respiratory Journal*, Vol.18, nº3, pp. 159-164, Setembro 2009, Disponível em: [http://www.thepcrj.org/journ/view\\_article.php?article\\_id=641](http://www.thepcrj.org/journ/view_article.php?article_id=641) [Acedido em 26.02.14]
- [45] ISA - Intelligent Sensing Anywhere, S.A., [Em Linha]. Disponível em: <http://www.isasensing.com/>. [Acedido em 17.08.14]
- [46] Vitor Correia, André Correia e José Mário Rocha, Utilização de um sistema de suporte à decisão clínica na avaliação das reabilitações sobre implantes, *Elsevier*, Dezembro 2012, Disponível em: <http://www.elsevier.pt/pt/revistas/-/artigo/utilizacao-um-sistema-suporte-a-decisao-clinica-na-90196198> [Acedido em 07.08.14]
- [47] Prajakta Kulkarni and Yusuf Ozturk, Mobile patient healthcare and sensor information system, *Journal of Network and Computer Applications*, Vol.34, nº1, pp. 402-417, 2011, Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1084804510000652> [Acedido em 03.03.14]
- [48] Alexander Kollman, Michaela Riedl, Peter Kastner, Guenter Schreier e Bernhard Ludvik, Feasibility of a Mobile Phone-Based Data Service for Functional Insulin Treatment of Type 1 Diabetes Mellitus Patients, *Journal of Medical Internet Research*, Dezembro 2007. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2270419/?report=classic> [Acedido em 03.03.14]
- [49] E. Bielli, Carminati F., La Capra S., Lina M., Brunelli C. e Tamburini M., A Wireless Health Outcomes Monitoring System: development and field testing with cancer patients using mobile phones, *National Center for Biotechnology Information*, Junho 2004. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15196308> [Acedido em 01.03.14]

- [50] Microsoft HealthVault, Enabling New Approaches to Chronic Disease Management, emphMicrosoft, Março 2011, Disponível em: <http://msdn.microsoft.com/pt-pt/healthvault/hh923023> [Acedido em 29.12.13]
- [51] GiraffPlus. [Em Linha]. Disponível em: <http://www.giraffplus.eu/> [Acedido em 19.08.14]
- [52] Silvana Maria Affonso, André Freire e Renata Fortes, Produto da Re-Engenharia da Ferramenta DocRationale, *Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo*, Junho 2005.
- [53] Product Quality, *ISO/IEC 9126*, 1991.
- [54] *ISO/DIS 9241-11*, 1996.
- [55] Or Calvin e Da Tao, Usability Study of a Computer-Based Self-Management System for Older Adults with Chronic Diseases, *JMIR Research Protocols*, Vol.1, Novembro 2012. Disponível em: <http://www.researchprotocols.org/2012/2/e13/> [Acedido em 20.08.14]
- [56] Daniela Barros, Requisitos de Usabilidade e Extensões UML para Aplicações em Ambientes Móveis, *Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais*, 2008. Disponível em: [http://www.tede.ufv.br/tedesimplificado/tde\\_arquivos/40/TDE-2008-07-22T070007Z-1263/Publico/texto%20completo.pdf](http://www.tede.ufv.br/tedesimplificado/tde_arquivos/40/TDE-2008-07-22T070007Z-1263/Publico/texto%20completo.pdf) [Acedido em 04.08.14]
- [57] American Lung Association Lung Disease, Chronic Obstructive Pulmonary Disease COPD, *American Lung Association Lung Disease*, 2008. Disponível em: <http://www.lung.org/assets/documents/publications/lung-disease-data/1dd08-chapters/LDD-08-COPD.pdf> [Acedido em 07.08.14]
- [58] Aguero-Torres, Hedda, Hilleras, Penilla K. e Winblad, Bengt, Disability in activities of daily living among the elderly, *Journal Current Opinion in Psychiatry* Vol.14, pp355-359, Junho 2001. Disponível em: [http://journals.lww.com/co-psychiatry/Abstract/2001/07000/Disability\\_in\\_activities\\_of\\_daily\\_living\\_among\\_the.20.aspx](http://journals.lww.com/co-psychiatry/Abstract/2001/07000/Disability_in_activities_of_daily_living_among_the.20.aspx) [Acedido em 05.08.14]
- [59] Jakob Nielson, Senior as Web Users, *Nielson Norman Group*, Maio 2013. Disponível em: <http://www.nngroup.com/articles/usability-for-senior-citizens/> [Acedido em 01.08.14]
- [60] Luciano Soares de Souza e Mauro Mesquita Spinola, Requisitos de usabilidade em projectos de interface centrado no usuário de software de dispositivos móveis, *XXVI ENEGEP*, Outubro 2006. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006\\_TR470319\\_7324.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2006_TR470319_7324.pdf) [Acedido em 10.08.14]

- [61] Ben Shneiderman e Catherine Plaisant, Designing The User Interface - Strategies for Effective Human-Computer Interaction, *Addison-Wesley*, 2010.
- [62] Comissão de Proteção de Dados, [Em Linha]. Disponível em: <http://www.cnpd.pt/bin/cnpd/acnpd.htm> [Acedido em 31.07.14]
- [63] Thiago Senador de Siqueira, *Bluetooth* - Características, protocolos e funcionamento, *Instituto de Computação da Universidade Estadual de Campinas*, Junho 2006. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:0245:FIN:EN:PDF> [Acedido em 26.08.14]
- [64] Serial Port Profile, *Bluetooth Special Interest Group*, Fevereiro 2001. Disponível em: [https://www.bluetooth.org/docman/handlers/downloaddoc.ashx?doc\\_id=8700](https://www.bluetooth.org/docman/handlers/downloaddoc.ashx?doc_id=8700). [Acedido em 16.08.14]
- [65] Canalys, Android on 80% of smart phones shipped in 2013, *Canalys*, Janeiro 2014. Disponível em: [http://www.canalys.com/static/press\\_release/2014/canalys-press-release-300114-android-80-smart-phones-shipped-2013.pdf](http://www.canalys.com/static/press_release/2014/canalys-press-release-300114-android-80-smart-phones-shipped-2013.pdf) [Acedido em 17.08.14]
- [66] David Flanagan, JavaScript, The Definitive Guide, 5th Edition *O'Reilly*, August 2006.
- [67] Minal Bidave, Kate Niiman, Katare Geetanjan e Palde Suvarna, Mobile Based Business Rule Engine, *Journal of Computer Applications*, Vol.5, Issue EICA2012-3, Fevereiro 2010.
- [68] Karina Sokolova, Marc Lemercier Android, Ludovic Garcia Passive MVC: a Novel Architecture Model for Android Application Development, *The Fifth International Conferences on Pervasive Patterns and Applications*, 2013. Disponível em: [file:///C:/Users/mspinto/Downloads/patterns\\_2013\\_1\\_20\\_70039.pdf](file:///C:/Users/mspinto/Downloads/patterns_2013_1_20_70039.pdf) [Acedido em 25.08.14]
- [69] Eric Freeman, Elisabeth Feeman, K. S. B. B., Head first design patterns, *O'Reilly Media*, 2007.
- [70] C.C.Kulpa, F.G.Teixaira, R.P.Silva, Um Modelo de Cores na Usabilidade das Interfaces Computacionais para os deficientes de Baixa Visão, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, Janeiro 2010. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/26372/000743978.pdf?>. [Acedido em 29.08.14]
- [71] Jakob Nielson, Thomas K.Landauer, A Mathematical Model of the Finding of Usability Problems, *Interchi*, Abril 1993. Disponível em: [https://www.hci.iastate.edu/REU09/pub/Main/Tele-Robotics\\_Team\\_Papers/A\\_Mathematical\\_Model\\_of\\_the\\_Finding\\_of\\_Usability\\_Problems.pdf](https://www.hci.iastate.edu/REU09/pub/Main/Tele-Robotics_Team_Papers/A_Mathematical_Model_of_the_Finding_of_Usability_Problems.pdf) [Acedido em 22.08.14]

- [72] Fernando Rodrigues, Domingos Pereira, José Carlos Nascimento, José Mendes Ribeiro, Pedro Pita Barros, Ricardo Cruz-Correia, Rita Espanha, Rui Gomes, Interoperabilidade na Saúde, *Associação para a Promoção e Desenvolvimento da Sociedade de Informação*, Novembro 2013. Disponível em: [http://www.apdsi.pt/uploads/news/id719/Estudo\\_APDSI\\_Interoperabilidade\\_Sa%C3%BAde\\_completo.pdf](http://www.apdsi.pt/uploads/news/id719/Estudo_APDSI_Interoperabilidade_Sa%C3%BAde_completo.pdf) [Acedido em 01.08.14]
- [73] Estudo Preliminar sobre o Modelo de Governação Gestão dos Sistemas de Informação Integrados da Saúde, *Administração Central do Sistema de Saúde*, Novembro 2007. Disponível em: <http://www.acss.min-saude.pt/Portals/0/Images/ConteudoGenerico/PTSIISsumarioexecutivo1.pdf> [Acedido em 02.08.14]
- [74] Personal Connected Health Alliance, Personal Telehealth Overview, *Continua Health Alliance*, 2014. Disponível em: <http://www.continuaalliance.org/connected-health-vision> [Acedido em 06.08.14]
- [75] eHealth Action Plan 2012-2020 - Innovative healthcare for the 21st century, *Agenda Digital, Comissão Europeia*, Junho 2012. Disponível em: <file:///C:/Users/mspinto/Downloads/eHealthActionPlan-.pdf> [Acedido em 08.08.14]
- [76] Sara Carrasqueiro, Telemedicina – Onde estamos e para onde vamos, *Faculdade de Engenharia da Universidade Católica Portuguesa*, Março 2007, Disponível em: [http://www.apdsi.pt/uploads/news/id177/parte%20inicial\\_telemedicina\\_1049\\_20071211.pdf](http://www.apdsi.pt/uploads/news/id177/parte%20inicial_telemedicina_1049_20071211.pdf) [Acedido em 04.08.14]
- [77] Continua Design Guidelines, August 2013. Disponível em: <http://www.healthit.gov/facas/sites/faca/files/Continua%20ITU%20Guidelines%20Release%202013.pdf> [Acedido em 04.08.14]
- [78] IEEE 11073TM Standards Committee, 11073-20601-2010 - ISO/IEC/IEEE Personal health device communication optimized exchange protocol, *IEEE Standards Association*, 2010. Disponível em: <http://standards.ieee.org/findstds/standard/11073-20601-2010.html> [Acedido em 04.08.14]
- [79] F.W.Rosa, R. Perez-Padilla, A.Camelier, O.A.Nasciemnto, A.M.B. Menezes e J.R.Jardim, Efficacy of the FEV1/FEV6 ratio compared to the FEV1/FVC ratio for the diagnosis of airway obstruction in subjects aged 40 years or over, *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, Vol.40, pp. 1615-1621, Outubro 2007, Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-879X2006005000182&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-879X2006005000182&script=sci_arttext) [Acedido em 10.12.13]
- [80] Hasse Melbye et al, The FEV1/FEV6 ratio is a good substitute for the FEV1/FVC ratio in the elderly, *Primary Care Respiratory Journal*, Vol.15, pp. 294-298, Outubro 2006, Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1471441806002878> [Acedido em 10.12.13]

- [81] Frith P., Crockett A., Beilby J., Marshall D., Attewell R., Ratnanesan A. e Gavagna G., Simplified COPD screening: validation of the PiKo-6 in primary care, *Primary Care Respiratory Journal*, Vol.20, n°2, pp. 190-198, Junho 2011, Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21597667> [Acedido em 11.12.13]
- [82] World Health Organization, Map production: Public Health Information and Geographic Information Systems (GIS), *Health Organization*, Disponível em: [http://gamapserver.who.int/mapLibrary/Files/Maps/Global\\_Deaths\\_CRD\\_Females\\_2008.png](http://gamapserver.who.int/mapLibrary/Files/Maps/Global_Deaths_CRD_Females_2008.png) [Acedido a 17.12.13]
- [83] World Health Organization, Map production: Public Health Information and Geographic Information Systems (GIS), *World Health Organization*, Disponível em: [http://gamapserver.who.int/mapLibrary/Files/Maps/Global\\_Deaths\\_CRD\\_Males\\_2008.png](http://gamapserver.who.int/mapLibrary/Files/Maps/Global_Deaths_CRD_Males_2008.png) [Acedido a 17.12.13]

,

# Apêndice A

## Interoperabilidade e telemedicina

Neste capítulo, procura-se enquadrar-se os sistemas destinados à monitorização de doenças crónicas dentro do panorama da telemedicina.

Para tal, procedeu-se à revisão de uma das principais *guidelines* que regulamentam e produzem *standards* para os sistemas de monitorização em saúde como é o caso da *Continua Health Alliance*.

### A.1 Interoperabilidade na Saúde

Tal como tem vindo a ser dito, a saúde enfrenta desafios consideráveis para satisfazer a vontade dos cidadãos, doentes e utentes na defesa de direitos fundamentais consagrados.

No caso de Portugal, quer-se um sistema de saúde similar ao dos restantes países da União Europeia, quando o nível dos salários praticados fica aquém da média Europeia [72]. Neste contexto, a necessidade de interoperabilidade na saúde é obrigatória para atingir esse patamar de poupança e ao mesmo tempo melhorar-se os internamentos e a assistência, evitando as hospitalizações excessivas, aumentando a eficácia e eficiência do acesso à saúde e melhorando os serviços que os cidadãos têm ao seu dispor, terá que ser através da viabilização e da sustentabilidade dos sistemas existentes. É necessário adotar uma abordagem focada na Gestão por Processos que permitam o uso de sistemas de apoio à decisão. Para tal, a adoção de normas de interoperabilidade na setor da saúde tem-se revelado fundamental [73], uma vez que a quantidade de dados recolhidos nos sistemas informáticos (SI) tem vindo a naturalmente a aumentar com o envelhecimento da população, aumento do número de doentes crónicos e da necessidade de mais e melhores cuidados de saúde. Estes dados encontram-se em SI legados e em pleno funcionamento, mas também em novos SI que vão sendo instalados e neste contexto a necessidade de implementação da interoperabilidade na saúde é obrigatória [72].

A interoperabilidade é descrita como ”a capacidade de múltiplos sistemas trocarem e reutilizarem informação sem custo de adaptação, preservando o seu significado” cuja complexidade de implementação deriva dos vários agentes de saúde, hospitais e centros de saúde, sistemas de pagamento, seguradoras que tornam evidente a necessidade de garantir fluidez

de processos [72]. Também a existência de uma grande diversidade conceitual, plataformas de hardware e software distintas, necessidade e urgência da procura e comunicação de informações clínicas e administrativas em tempo real faz com que as normas e as boas práticas de interoperabilidade sejam a base da reestruturação e centralização das competências.

A interoperabilidade pode ser classificada em três tipos:

- **Interoperabilidade Técnica**

Procura desenvolver padrões de comunicação, transporte, armazenamento e representação de informação, facilitando a convergência e capacidade dos sistemas e dispositivos de trocarem dados com fiabilidade e sem custos acrescidos;

- **Interoperabilidade Semântica**

Determina a capacidade de entender, validar e manter o significado da informação em circulação de diferentes origens através de ferramentas comuns de representação de informação.

- **Interoperabilidade Política**

É decisão de tornar disponível a forma e o conteúdo com informações fundamentais a qualquer organização.

Para um sistema ser considerado interoperável é importante utilizar padrões *open source* e *standards* de forma a obterem-se sistemas distribuídos, onde a informação constitui-se um elemento fundamental nas tomadas de decisões. Deste modo, certos requisitos devem ser cumpridos:

- De natureza técnica e sintática, assegurando-se a ligação física entre os intervenientes e o envio, receção e armazenamento dos dados;
- De natureza semântica e política, determinando-se o significado comum que é atribuído às mensagens pelo emissor e recetor;
- Determinados pela via legal e pelos processos organizacionais onde a informação irá ser utilizada.

Os *webservices* e os protocolos associados á Internet, como o HTTP e SOAP, asseguram a interoperabilidade entre aplicações informáticas distribuídas. Normas que endereçam requisitos de interoperabilidade de natureza sintática são, a título de exemplo, o XML, o SQL, ou ainda PDF, o ODF ou o OpenXML [72].

Num estudo efetuado sobre o impacto e evolução da integração de sistemas de informação (Cruz-Correia et al, 2007), no que diz respeito às opções técnicas são encontradas diversas: mensagens pré-definidas (44%), sistemas de *middleware* (40%) e comunicação direta (10%), já em termos de normas o HL7 (68%) e o DICOM (32%) são as mais usadas. Já numa investigação recente (Ribeiro et al, 2010) concluiu que nos hospitais da região Norte em Portugal foram registados 21 sistemas informáticos por centro hospitalar, sendo que seguia um standard de arquitetura e apenas 32% utilizavam alguma terminologia internacional.

## A.2 Telemedicina

A motivação e o tempo para a prática de um estilo de vida saudável com um dia-a-dia cada vez mais atarefado, faz com que a realização de exercício físico e controlo do peso corporal sejam afetados. Tem vindo a ser mostrado que estes fatores estão na base do aparecimento a longo prazo de doenças crónicas. Para além disso, o envelhecimento da população exige níveis superiores de cuidados de saúde, contribuindo para a escalada dos custos associados à Saúde. De acordo com dados recentes, estima-se que existam cerca de 600 milhões de pessoas com doenças crónicas no mundo com custos associados só nos Estados Unidos de 500 biliões de dólares por ano, projetando-se que em 2020 passem para 685 biliões por ano [74].

Hoje em dia, a ideia de uma telemedicina pro-ativa tem vindo a captar a atenção por parte dos responsáveis pela Saúde e está associada à proliferação da aplicação das novas tecnologias de custo reduzido. A OMS define a telemedicina como "a oferta de serviços ligados aos cuidados de saúde, nos casos em que a distancia é um fator crítico; tais serviços são providos por profissionais da área da saúde, usando as TIC para o intercâmbio de informações válidas para diagnósticos, prevenção e tratamento de doenças e a educação contínua dos prestadores de serviços em saúde assim como, para fins de pesquisas e avaliações; tudo no interesse de melhorar a saúde das pessoas e da comunidade". É salientada a capacidade da telemedicina "reduzir distâncias entre serviços de saúde e os utentes, deslocações desnecessárias e proporcionar uma maior rapidez de resposta nalgumas especialidades", bem como o "maior apoio àqueles que trabalham e vivem em áreas mais distantes" [17].

A Comissão Europeia recomenda a aplicação da telemedicina para reforçar a "assistência à autonomia no domicílio, cuidados de urgência e dispositivos portáteis para monitorizar o estado de saúde do doente crónico ou com deficiência e que permitem maior autonomia destes doentes" [75]. Nesse sentido, em Portugal tem-se vindo a registar uma maior consciencialização da relevância das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e da telemedicina com o surgimento de diversas iniciativas e projetos com a sua aplicação nos vários sectores da sociedade. Ao nível da integração das redes prestadoras de saúde, assiste-se neste momento ao desenvolvimento de alguns projetos no domínio da *e-Health*, prática de cuidados de saúde com recursos a tecnologias de informação e comunicação, com vista ao alargamento de serviços e tecnologias.

Destacam-se o Centro de Atendimento do SNS (Saúde24) e o início do processo de criação da Plataforma de Dados de Saúde, onde o cidadão terá a possibilidade de efetuar o seu registo de saúde pessoal (REF!), bem como aceder à e-prescrição na doença crónica (REF!), à e-Agenda e ao e-SIGIC [76].

A Plataforma de Dados de Saúde surgiu em 2007 com o objetivo de proporcionar apoio *online* a todos os profissionais e utentes da área da saúde e bem-estar, sendo a hoje a principal referência para o sector privado. No entanto, a Plataforma Portuguesa de Dados da Saúde só foi lançada em 2012 com a criação do registo nacional de saúde, PHR (*Portuguese Health Record*), através da tecnologia de *webservices* de forma a integrar as antigas e novas aplicações de saúde [40].

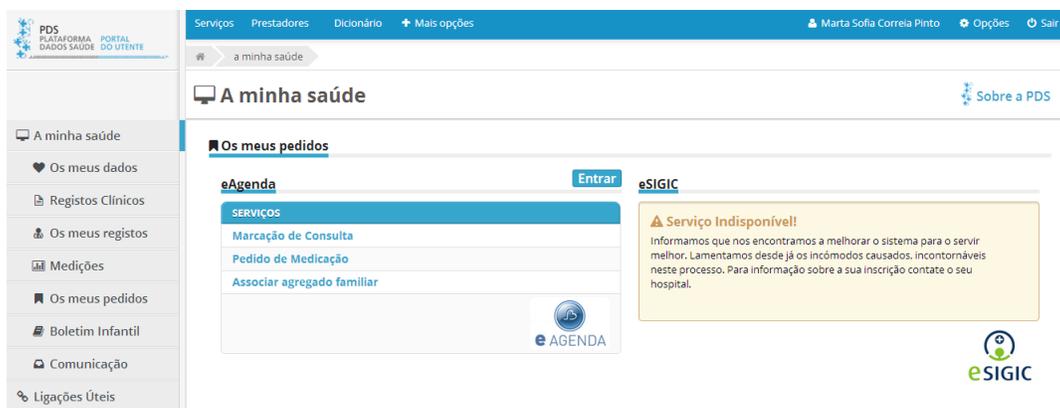


Figura A.1: Página inicial da Plataforma Dados de Saúde - Portal Utente.

O Portal permite o acesso ao Resumo Clínico Único do Utente (RCU2), bem como a interação com o paciente de forma a ser realizada a monitorização do seu estado de saúde onde quer que este esteja, sendo a partilha de informação feita entre diferentes sub-portais:

- Portal do Utente com a possibilidade de se obter educação para a saúde (“Dicionário”), efetuar-se a marcação de consultas, registo de hábitos, medicação, alergias e doenças (“Os meus registos”) e medições como o peso, altura, glicémia, tensão arterial, entre outros (“Medições”), carregamento de documentos como análises clínicas (“Documentos”) e partilha de dados com os profissionais de saúde do SNS, mediante autorização prévia;
- Portal do Profissional com a possibilidade mais de 370 instituições terem acesso aos registos clínicos dos pacientes armazenados em servidores e repositórios de mais de 430 instituições, cobrindo todos os Cuidados Primários;
- Portal Institucional com a possibilidade de outras instituições de acederem à informação anonimizada de um paciente, incluindo o Portal Internacional que disponibiliza informação de pacientes em qualquer ponto da Europa.

Tabela A.1: Análise dos serviços de *eHealth* em Portugal.

Serviços de <i>eHealth</i>	Oferta em 2002	Evolução em 2007
1. Sites de Informação de Saúde e Bem Estar	xx	-
2. <i>Contact Centers</i> e Telecuidados	o	+
3. Aconselhamento Médico e Correio Eletrónico	x	=
4. Cuidados Domiciliários e Teleconsulta	o	=
5. Cuidados Domiciliários de Telemonitorização	o	=
6. Grupos de Apoio	o	=
7. Sites de Informação e Serviços Administrativos	x	+
8. Aquisição de Produtos Online	o	=
9. Sites para Profissionais	xx	=
10. Educação Médica Online	xx	=
11. Investigação Científica sobre a Internet	x	+
12. Páginas Web de Prestadores	o	+
13. Partilha de Informação PCE e Transações Clínicas Online	o	+
14. Transações Administrativas Online	x	+
15. Saúde Pública e Regulação	x	+
16. Teleconsulta e Telediagnóstico	xx	+
17. Comércio Eletrónico B2B	o	=

Legenda

o	Inexistente ou praticamente inexistente
x	Algumas iniciativas
xx	Muitas iniciativas
=	Uso corrente integrado nas atividades
+	Maior número de projetos/serviços
-	Igual número de projetos/serviços
*	Menor número de projetos/serviços

Dentro das diferentes áreas da e-Saúde (uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) na saúde, englobando vários conceitos como o tratamento de pacientes, condução de estudos científicos, educação para a saúde, controlo de doenças e monitorização da saúde pública [42]), aquela que se apresenta menos desenvolvida é a que se refere aos serviços clínicos dirigidos aos cidadãos, nomeadamente Telecuidados e Telemedicina no domicílio ou acesso à informação individual de saúde pelos cidadãos como o demonstra a informação contida na Tabela A.1.

Em telemedicina, um dos principais objetivos é que os sistemas de monitorização remota partilhem e utilizem a informação de forma simples e fácil, de forma a que a "informação certa chegue à pessoa certa no momento certo" [30]. A introdução de novas tecnologias nos sistemas de monitorização remota tem trazido a possibilidade de fornecer de uma maneira fácil, intuitiva, "ao minuto" ou até em tempo real a ligação entre clínico, paciente, cuidador de saúde responsável e família do paciente. Se ao referido se adicionar a chamada tecnologia *user-friendly* e a realização da monitorização em ambiente domiciliar com a realização de sessões educacionais e participação ativa do profissional de saúde responsável, então a monitorização remota fica perto daquilo que é considerado ideal.

Apesar da telemonitorização representar uma alternativa à medicina tradicional, permitindo a transmissão de informação clínica e fisiológica e assegurar de uma rápida e pronta intervenção médica antes que ocorra a deterioração da condição do paciente, ainda se está longe de garantir a melhoria significativa na saúde e na qualidade de vida dos pacientes. Um dos métodos tradicionais de comunicação utilizados em telemedicina passa pela troca de informação entre paciente e clínicos através de chamadas telefónicas, cartas, *emails* ou SMS, é o chamado *nurse call method*. Com a adoção deste método e de outros semelhantes existe o risco de perda de informação e dificuldade de partilhar a informação transversalmente pela equipa clínica responsável pelo paciente [30]. A conceção de sistemas de telemonitorização para doentes crónicos tem vindo a assentar em tecnologias já existentes, bem como na evolução de sensores biomédicos e na difusão de dispositivos móveis com distintas tecnologias de comunicação. Estes equipamentos utilizados no dia-a-dia dos doentes como são o caso dos *smartphones* ou dos *tablets* podem ser utilizados de forma interativa, possibilitando aos utilizadores recolher, analisar e partilhar informação em qualquer momento e lugar. Para além disso, a promoção de programas educacionais, planos de tratamento que possibilitem o contacto frequente entre paciente e profissional de saúde responsável e a prevenção do agravamento da condição do paciente.

Porém, tal como a todo o sector da saúde, o grande desafio da telemedicina é reunir consenso e eliminar a falta de *standards* comuns que têm contribuído decisivamente para o insucesso da implementação deste tipo de soluções que visam reduzir o impacto na qualidade de vida de pacientes com doenças crónicas.

Na secção que se segue, é referido o trabalho da *Continua Health Alliance* que se tem comprometido em encontrar respostas para este problema no âmbito da telemedicina e especificamente nos sistemas de monitorização remota de pacientes.

### **A.3 *Continua Health Alliance***

A heterogeneidade de sistemas de monitorização e de dispositivos médicos provocou a proliferação de soluções não interoperáveis, conduzindo à criação de diversas iniciativas *I&D* no sentido de se uniformizarem as soluções de monitorização remota de pacientes nas mais variadas vertentes da saúde e bem-estar. Para se atingir a completa interoperabilidade entre a forma como a gestão da saúde é feita com a telemedicina e os dispositivos médicos é essencial efetuar-se o desenvolvimento de sistemas que permitam a integração destas componentes

entre si e também com outras fontes de informação.

Nesse sentido, esta temática tem sido objeto de investigação pela *Continua Health Alliance* (CHA). É uma instituição sem fins lucrativos que reúne um painel de especialistas cuja sua missão é "estabelecer um ecossistema de sistemas de *personal health* interoperáveis que capacitem pessoas e organizações para uma melhor gestão da sua saúde e bem-estar". O âmbito da sua ação vai desde a Monitorização da doença (onde estão incluídas as doenças crónicas, os cuidados de longa duração e prevenção terciária), a Independência nos idosos e o *Health & Fitness* [11].

- **Monitorização da Doença (MD)**: monitorização de sinais vitais e remota de pacientes, produção de notificações para lembrar a toma de medicação, análise de padrões nos dados e emissão de alertas, emails, chats, vídeos, agendamento de tarefas e Registo Eletrónico do Paciente (REP);
- **Independência nos Idosos (II)**: suporte à população idosa para proporcionar um envelhecimento mais gracioso no seu ambiente domiciliar com a monitorização das atividades diárias. Poderá incluir alguns elementos da MD;
- **Health & Fitness (HF)**: perda de peso, promoção do exercício físico, "Worried well", monitorização de sinais vitais (peso, pressão arterial, glucose, colesterol, nível de atividade) e Registo Eletrónico do Paciente.

A proposta da CHA centra-se na construção de uma arquitetura com a identificação de interfaces e protocolos para cada interação dos componentes que constituem os vários blocos do modelo [2] como é disso exemplo a arquitetura E2E apresentada pela CHA. Genericamente, a proposta de arquitetura da CHA é composta por 4 blocos principais, sendo que um constituído por 3 sub-blocos [77]:

- O **Personal Device** é constituído por um grupo de equipamentos/dispositivos médicos TAN, PAN e LAN que permitem a recolha dos dados dos pacientes monitorizados;
- O **Application Hosting Device** é um equipamento com características de *gateway* (TAN-IF, PAN-IF e LAN-IF) de comunicação que liga um ou mais dispositivos (interfaces LAN e PAN) a um servidor remoto (interface WAN). Poderá comportar outras funções como o processamento e apresentação local de dados e estabelecer a interação com o utilizador;
- O **Telehealth Service Center** (equipamento WAN) constitui a infraestrutura tecnológica e serviços de suporte às entidades prestadoras de cuidados de saúde;
- Os **Health Records** (equipamento HRN) que dizem respeito a um conjunto de sistemas de registo electrónico de saúde em que são armazenadas e geridos os dados clínicos de cada paciente: *Electronic Health Record* (EHR) e sistemas de *Personal Health Record* (PHR).

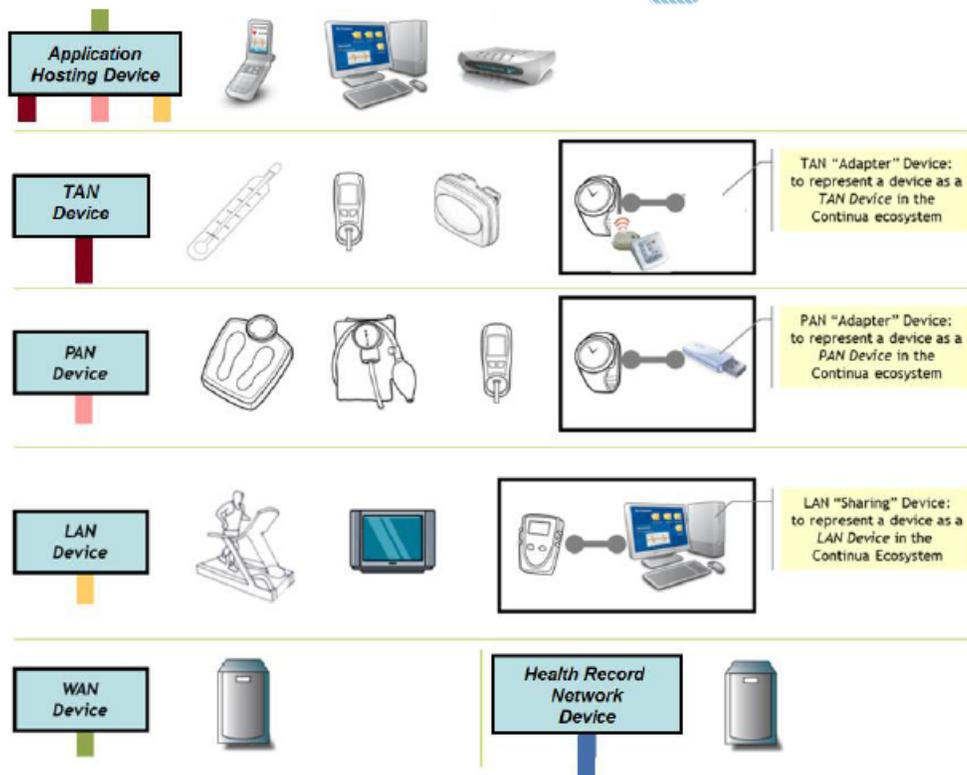


Figura A.2: Esquema da arquitetura E2E.

Estes equipamentos necessitam de manter a interoperabilidade sempre que apresentem versões diferentes das *guidelines*. Para garantir a compatibilidade entre eles e de forma a continuar o fornecimento de todas as suas funcionalidades, são implementados protocolos de interoperabilidade. Estes protocolos definem uma semântica de comandos e mensagens, de formatação dos dados, consistência da *framework* de comunicação e transporte dos dados que pretendem ser transversais a todas as versões.

Para além disso, os equipamentos TAN, PAN, e LAN são constituídos por diferentes camadas. Assim sendo, são definidos *standards* entre as camadas individuais para estabelecer a interoperabilidade entre elas.

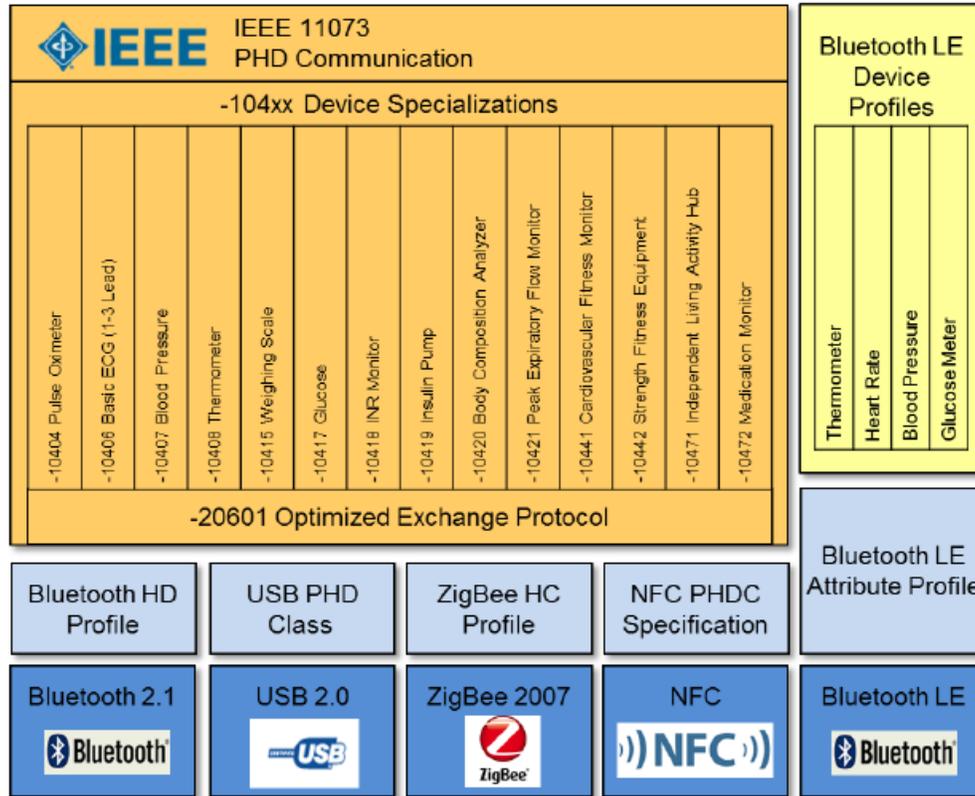


Figura A.3: Diagrama da interface TAN/PAN/LAN.

Para cada interface TAN, PAN e LAN foram definidos diferentes perfis (TAN e PAN com fios, PAN sem fios *standard* e LAN com sensores), bem como tecnologias de transporte dos dados: a Bluetooth (2.1 ou LE), ZigBee ou USB (1.0 e 2.0). Depois, tem-se o protocolo IEEE 11073-20601 [78] de otimização da comunicação de dispositivos de *Personal Health* que define a semântica de comunicação de mensagens e das estruturas que convertem o formato abstrato de dados resultante da aquisição de sinais vitais para um formato possível de ser transmitidos entre os equipamentos. Existem protocolos de especificação para equipamentos como os para ECG básico, pressão arterial, glucómetros e também para oxímetros de pulso e monitores respiratórios, incluindo os de volume expiratórios forçados, onde se incluem os espirómetros.



# Apêndice B

## Questionário CAT

Este questionário mede o impacto que a DPOC tem no bem estar e no quotidiano dos pacientes. A soma do valor da resposta a cada uma das 8 perguntas permite a obtenção da pontuação do teste que pode ser consultado o seu impacto na Figura B.1.

		PONTUAÇÃO	
Nunca tenho tosse	0 1 2 3 4 5	Estou sempre a tossir	<input type="text"/>
Não tenho nenhuma expectoração (catarro) no peito	0 1 2 3 4 5	O meu peito está cheio de expectoração (catarro)	<input type="text"/>
Não sinto nenhum aperto no peito	0 1 2 3 4 5	Sinto um grande aperto no peito	<input type="text"/>
Não sinto falta de ar ao subir uma ladeira ou um lance de escadas	0 1 2 3 4 5	Quando subo uma ladeira ou um lance de escadas sinto bastante falta de ar	<input type="text"/>
Não sinto nenhuma limitação nas minhas actividades <a href="#">em casa</a>	0 1 2 3 4 5	Sinto-me muito limitado nas minhas actividades em casa	<input type="text"/>
Sinto-me confiante para sair de casa, apesar da minha doença pulmonar	0 1 2 3 4 5	Não me sinto nada confiante para sair de casa, por causa da minha doença pulmonar	<input type="text"/>
Durmo profundamente	0 1 2 3 4 5	Não durmo profundamente devido à minha doença pulmonar	<input type="text"/>
Tenho muita energia	0 1 2 3 4 5	Não tenho nenhuma energia	<input type="text"/>
<a href="#">Clique aqui para obter a sua pontuação total</a>			<input type="text"/>

Figura B.1: Questionário CAT

<b>Pontuação CAT</b>	<b>Nível de impacte</b>
<10	Reduzido
10-20	Médio
21-30	Alto
>30	Muito alto

Figura B.2: Impacto da resposta do CAT

# Apêndice C

## Questionário mMRC

O questionário da Figura C.1 mede o impacto que a DPOC tem no nível de dispneia dos pacientes.

### **Anexo III: QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DOS SINTOMAS EM DOENTES COM DPOC**

#### **3.1. Questionário para avaliação do grau de dispneia, adaptado da versão modificada do Medical Research Council Dyspnoea Questionnaire (mMRC)**

Assinale com uma cruz (X), o quadrado  correspondente à afirmação que melhor descreve a sua sensação de falta de ar.

##### **GRAU 0**

**Sem problemas de falta de ar exceto em caso de exercício intenso.**

*"Só sinto falta de ar em caso de exercício físico intenso".*

**GRAU 1 Falta de fôlego em caso de pressa ou ao percorrer um piso ligeiramente inclinado.**

*"Fico com falta de ar ao apressar-me ou ao percorrer um piso ligeiramente inclinado".*

##### **GRAU 2**

**Andar mais devagar que as pessoas da minha idade devido a falta de fôlego, ou necessidade de parar para respirar quando anda no seu passo normal.**

*"Eu ando mais devagar que as restantes pessoas devido à falta de ar, ou tenho de parar para respirar quando ando no meu passo normal".*

##### **GRAU 3**

**Paragens para respirar de 100 em 100 metros ou após andar alguns minutos seguidos.**

*"Eu paro para respirar depois de andar 100 metros ou passados alguns minutos".*

**GRAU 4 Demasiado cansado/a ou sem fôlego para sair de casa, vestir ou despir.**

*"Estou sem fôlego para sair de casa".*

Figura C.1: Questionário mMRC.



# Apêndice D

## Questionário de usabilidade do sistema Diab-Memory

Para a avaliação do sistema pelos profissionais de saúde que contactaram com o Diab-Memory.

**Table 2**

Patient questionnaire (translated from German) on the diabetes management service (n = 7)

Q1	Have you used a mobile phone prior to this study?	yes: 7	no: 0	
Q2	Was the display legible?	yes: 7	no: 0	
Q3	Did you experience problems while inputting data?	yes: 2	no: 5	
Q4	Was the menu prompt easy to navigate?	easy: 5	fair: 2	
Q5	Amount of time required for data entry (on average):	< 2 minutes: 3	> 2 minutes: 4	
Q6	Have you used mobile Internet services for mobile phones prior to this study?	yes: 3	no: 4	
Q7	Length of your training period:	one day: 6	several days: 1	
Q8	Did you send data immediately after measurement?	yes: 2	no: 5	
Q9	Before this study, did you record diabetes-related data at regular intervals?	yes: 6	no: 1	
Q10	Did you use a diary to record your data?	paper-based: 4	electronic: 2	
Q11	How often were your data examined by the responsible physician?	monthly: 1	once every 3 months: 6	
Q12	Length of time spent in doctor's office per visit:	1-2 hours: 1	2-3 hours: 2	3-4 hours: 4
Q13	Amount of money spent on diabetes-related medication/equipment per month:	€0: 0	< €25: 5	€25-50: 2
Q14	Do you think that the electronic patient diary is a good concept?	very good: 6	good: 1	unusable: 0
Q15	Would you recommend this service to other patients?	yes: 6	no: 1	
Q16	Would you like to continue to use this service?	yes: 4	no: 2	
Q17	Would you use this service even if you have to pay for it?	yes: 4	no: 3	
Q18	If yes, how much would you spend on this service?	< €5: 1	€5-10: 2	
Q19	Do you have Internet access at home?	yes: 6	no: 1	
Q20	Do you find the "up-to-date trend charts" and "statistics" useful?	yes: 5	no: 2	
Q21	Did you inform your colleagues and/or friends about the service?	yes: 5	no: 2	
Q22	Would you like your physician to be more involved?	yes: 5	no: 2	
Q23	Did you discuss this service with your family doctor? His/her first impression was...	positive: 2	sceptic: 0	
Q24	Additional comments	I found it very useful to store the data on the mobile phone and to transmit the summarized data once a day. I'm afraid that the doctor-patient relationship will get lost when I'm using this system.		

Figura D.1: Questionário do sistema Diab-Memory.



# Apêndice E

## Processo de avaliação de sensores respiratórios

Apêndice com conteúdo privado.



# Apêndice F

## Requisitos funcionais

Apêndice com conteúdo privado.



# Apêndice G

## Fluxos de execução do OneCareTablet Espiro

Apêndice com conteúdo privado.



# Apêndice H

## Vista dos componentes e conectores detalhada

Apêndice com conteúdo privado.



# Apêndice I

## Atributos das classes *Measurement* e *MeasurementType* do OneCareDataAccess API

Apêndice com conteúdo privado.



## **Apêndice J**

# **Manual de instruções rápidas do OneCareTablet Espiro**

O presente manual de instruções rápidas foi fornecido aos pacientes com DPOC que participaram na Prova de Conceito. Procurou-se que contivesse a informação fundamental para a realização da Monitorização Completa, sem que fosse extenso. A sessão inicial de aprendizagem e os contactos quer físicos quer telefónicos revelaram-se suficientes.

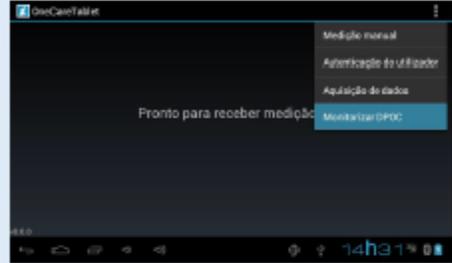
## OneCare Tablet Espiro: Manual de Instruções Rápidas

Seguem-se um conjunto de instruções que o guiam dentro da aplicação OneCare Tablet Espiro de forma a realizar uma correta monitorização da DPOC.

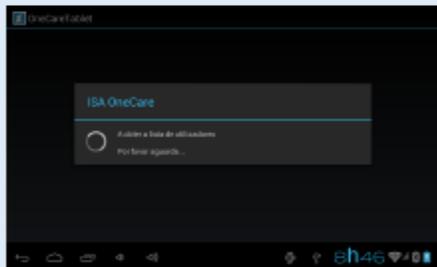
1. Para iniciar a monitorização da DPOC, clique no ícone da aplicação do OneCare e aguarde enquanto ela inicia.



2. Para iniciar a monitorização da DPOC propriamente dita, seleccione a opção "Monitorizar DPOC" do menu principal.



3. Aguarde enquanto o OneCare Tablet Espiro obtém a lista de pessoas monitorizadas. De seguida, seleccione o paciente a ser monitorizado.



4. Seleccione o paciente a ser monitorizado



5. Caso tenha o código PIN, insira-o e no final clique no botão "OK".



6. Agora, seleccione o tipo de Monitorização adequada ao paciente a ser monitorizado.

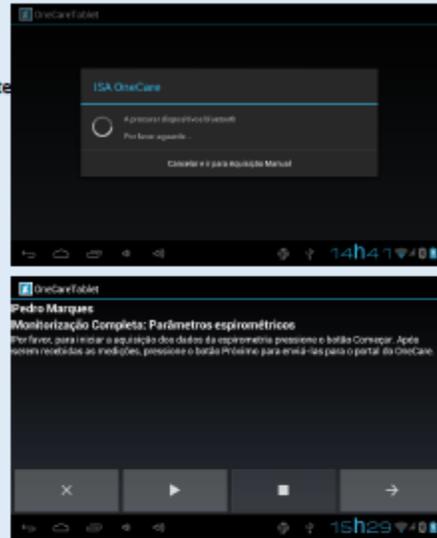


Figura J.1: Instruções de entrada no OneCareTabletEspiro com a inicialização da monitorização da DPOC.

## 1. Ecrã de Espirometria

Ligue o espirómetro. Aguarde enquanto decorre a deteção do espirómetro a ser utilizado. (Caso a deteção falhe, clique no botão "Tentar novamente" para iniciar uma nova procura. Se pretender introduzir os valores manualmente clique em "Ir para Aquisição Manual").

1. Para dar início à aquisição, pressione o botão  para começar. Por favor, aguarde enquanto a ligação ao espirómetro é realizada.
2. Quando aparecer no ecrã a indicação "Pronto a receber medições...", a aplicação está em condições de receber as medições do espirómetro.
3. Efetue o teste espirométrico.
4. Após o ter realizado, o resumo das medições efetuadas aparecerá no ecrã. Clique no botão  para enviar as medições e passar para o próximo ecrã de monitorização e no botão "OK" para confirmar.
5. Aguarde enquanto as medições são enviadas para o Portal do OneCare e a barra de progresso está no ecrã.



## 2. Ecrã de Oximetria

Os passos 1 e 2 são iguais ao Ecrã de Espirometria.

3. Efetue o teste oximétrico. Não retire o dedo indicador do sensor de leitura do resumo das medições aparecerem no ecrã.
4. Se o teste foi realizado corretamente, clique no botão  para enviar as medições e passar para o próximo ecrã de monitorização. É-lhe perguntado se pretende continuar e em caso afirmativo clique em botão "Ok".
5. Aguarde enquanto as medições são enviadas para o Portal do OneCare e a barra de progresso está no ecrã.



## 3. Ecrã de Avaliação da Dispneia (Falta de Ar)

1. Leia a pergunta e as possíveis resposta com atenção e seleccione a opção que mais se adequar à sua condição de falta de ar.
2. De seguida, clique no botão  para guardar a sua resposta e ser apresentada a resposta dada no ecrã.
3. Clique no botão  para enviar a resposta para o Portal e passar para o próximo ecrã. É-lhe perguntado se pretende continuar e em caso afirmativo clique no botão "Ok".
4. Aguarde enquanto as medições são enviadas para o Portal do OneCare e a barra de progresso está no ecrã.



Figura J.2: Instruções dos ecrãs de Espirometria, Oximetria e Avaliação da Dispneia.

#### 4. Ecrã do Historial de Crises Respiratórias

1. Caso tenha ocorrido uma crise respiratória desde a última monitorização e com a validade de um ano, para a sua introdução introduza a data da ocorrência e a hora (aproximadas) e clique no botão . Caso se engane a colocar a data pode remover a crise inserida clicando no botão .
2. Clique no botão  para enviar a(s) crise(s) para o Portal e passar para o próximo ecrã. É-lhe perguntado se pretende continuar e em caso afirmativo clique no botão "Ok".
3. Aguarde enquanto a(s) crise(s) é enviada para o Portal do OneCare e a barra de progresso está no ecrã.



#### 5. Ecrã de Avaliação da Expetoração

1. Leia as perguntas relativas ao grau e à cor da sua expetoração e as possíveis respostas com atenção e selecione em cada pergunta a opção que mais se adequar à sua condição.
2. De seguida, clique no botão  para guardar ser apresentado o seu resumo das respostas no ecrã.
3. Clique no botão  para enviar as respostas para o Portal e passar para o próximo ecrã. É-lhe perguntado se pretende continuar e em caso afirmativo clique no botão "Ok".
4. Aguarde enquanto as medições são enviadas para o Portal do OneCare e a barra de progresso está no ecrã.



#### 6. Resultado da Classificação GOLD

1. Por último, é apresentado o resultado da classificação GOLD da DPOC.
2. Para enviar o resultado GOLD e finalizar a monitorização clique no botão .



- Para cancelar a monitorização, em qualquer dos ecrãs ao clicar no botão  e de seguida no botão "Ok".
- Nos ecrãs de Espirometria e Oximetria se pretender interromper a aquisição clique no botão . Para começar a aquisição novamente clique no botão .
- Ao ser apresentado o resumo das respostas aos questionários de Avaliação da Dispneia e da Expetoração se pretender alterar a sua resposta clique no botão  e é direcionado novamente para o questionários.
- Na Monitorização Simples, a finalização da monitorização não acontece com o aparecimento do Resultado da Classificação GOLD. No fim da realização da oximetria de pulso (Ecrã Oximetria) clique no botão .

Figura J.3: Instruções dos ecrãs de do Historial de Crises Respiratórias, Avaliação da Expetoração e Visualização da Avaliação Combinada da GOLD.

# Apêndice K

## Questionário de Identificação do Perfil de utilizador do OneCareTablet Espiro

O objetivo deste questionário é recolher informações sobre o perfil do participante do teste de usabilidade a ser realizado utilizando o protótipo do Sistema de Monitorização da DPOC, OneCare Tablet Espiro.

As informações fornecidas são vitais para o aprimoramento do sistema. Nas questões que se seguem marque por favor com o círculo a letra correspondente à resposta. A não ser que esteja indicado, deverá ser marcada somente uma resposta por questão.

Por favor, leia com atenção as questões a seguir e em caso de dúvida, solicite esclarecimento com o avaliador.

### Informações Pessoais

1. Qual é a sua idade?
2. Sexo:
  - a) Masculino
  - b) Feminino
3. Estado civil:
  - a) Solteiro
  - b) Casado
  - c) Viúvo

- d) Separado
  - e) Outro
4. Indique o seu grau de dificuldade visual de 1 a 5, sendo 1 nenhuma dificuldade visual e 5 elevada dificuldade visual:
5. Indique o seu grau de dificuldade motora de 1 a 5, sendo 1 nenhuma dificuldade visual e 5 elevada dificuldade visual:

## **Informações Educacionais e Profissionais**

1. Qual o seu nível de escolaridade?
- a) Nenhuma
  - b) 4º Ano de Escolaridade
  - c) 9º Ano de Escolaridade
  - d) 12º Ano de Escolaridade
  - e) Ensino Superior (Graduado, Pós-Graduado, Mestrado, Doutorado, Pós-Doutorado)
2. Qual a sua profissão?

## **Informações relacionadas com a DPOC**

1. Há quanto tempo lhe foi diagnosticada a DPOC?
- a) Menos de 1 ano
  - b) De 2 a 5 anos
  - c) Mais de 5 anos
2. Tinha ou já teve hábitos tabágicos?
- a) Sim
  - b) Não

Se respondeu Sim na última questão, indique o número de maços diários que aproximadamente consumia:

3. Como foi realizado o diagnóstico?
  - a) Numa consulta de rotina
  - b) Numa ida a uma urgência hospitalar
  - c) Num rastreio pulmonar
  - d) Outro
  
4. O diagnóstico incluiu a realização de uma espirometria?
  - a) Sim
  - b) Não
  
5. Em média, quantas espirometrias realiza por ano?
  - a) Uma
  - b) Duas
  - c) Três
  - d) Mais de três
  
6. Qual a medicação que faz para a DPOC? (Selecione as opções que são verdadeiras)
  - a) Broncodilatadores inalatórios de curta duração (SABA)
  - b) Broncodilatadores inalatórios de longa duração (LABA)
  - c) Anticolargénio em monoterapia (SAMA)
  - d) Anticolargénio em SOS (LAMA)
  - e) Corticosteróides inalados (ICS)
  
7. Faz ventilação assistida de oxigénio?
  - a) Sim
  - b) Não
  
8. Para além da DPOC, tem mais alguma doença crónica?
  - a) Sim
  - b) Não

Se sim, qual ou quais)?

9. Faz algum tipo de exercício físico?

- a) Sim
- b) Não

## Informações sobre a utilização de Dispositivos Móveis e Internet

1. Tem um *smartphone/tablet*?

- a) Só *smartphone*
- b) Só *tablet*
- c) Ambos
- d) Nenhum

2. Se a resposta foi Nenhum, tem telemóvel?

- a) Sim
- b) Não

3. Se Sim, há quanto tempo?

- a) Menos de 1 ano
- b) Entre 2 a 5 anos
- c) Mais de 5 anos

4. Com que frequência?

- a) Uma vez ao dia
- b) Duas a cinco vezes
- c) Mais do que cinco vezes

5. Qual o local de preferência para a sua utilização?

- a) Em casa
- b) No trabalho
- c) Locais públicos

- d) Todos
6. Indique o seu à vontade com o telemóvel de 1 a 5, sendo 1 nenhum à vontade e 5 completo à vontade:
7. Se respondeu a) ou c) na pergunta 1., há quanto tempo tem *smartphone*?
- a) Menos de 1 ano
  - b) Entre 2 a 5 anos
  - c) Mais de 5 anos
8. Com que frequência?
- a) Uma vez ao dia
  - b) Duas a cinco vezes
  - c) Mais do que cinco vezes
9. Qual o local de preferência para a sua utilização?
- a) Em casa
  - b) No trabalho
  - c) Locais públicos
  - d) Todos
10. Utiliza as aplicações do *smartphone*?
- a) Sim
  - b) Não
- Se respondeu Sim na última questão, indique três que mais utilize:
11. Indique o seu à vontade com o *smartphone* de 1 a 5, sendo 1 nenhum à vontade e 5 completo à vontade:
12. Se respondeu b) ou c) na 1., há quanto tempo tem o *tablet*?
- a) Menos de 1 ano
  - b) Entre 2 a 3 anos
  - c) Mais de 3 anos
13. Com que frequência?

- a) Uma vez ao dia
  - b) Duas a cinco vezes
  - c) Mais do que cinco vezes
14. Qual o local de preferência para a sua utilização?
- a) Em casa
  - b) No trabalho
  - c) Locais públicos
  - d) Todos
15. Utiliza as aplicações do *tablet*?
- a) Sim
  - b) Não
- Se respondeu Sim na última questão, indique três que mais utilize:
16. Indique o seu à vontade com o *tablet* de 1 a 5, sendo 1 nenhum à vontade e 5 completo à vontade:
17. Tem Internet sem fios em casa?
- a) Sim
  - b) Não
18. Em média, quantas horas por dia passa a navegar na Internet?
- a) Menos de 1
  - b) De 2 a 3
  - c) Mais de 3

Fim do Questionário  
Obrigada pela participação!

# Apêndice L

## Resultados do Questionário de Identificação do Perfil de utilizador do OneCareTablet Espiro

Tabela L.1: Quadro com o Resultado das respostas ao Questionário do Perfil.

Questão	Resposta			
	Paciente 1	Paciente 2	Controlo 1	Controlo 2
<b>Informações Pessoais</b>				
1.	71	76	57	58
2.	Feminino	Masculino	Feminino	Masculino
3.	Casado	Casado	Casado	Casado
4.	3	2	4	4
5.	1	3	2	1
<b>Informações Educacionais e Profissionais</b>				
1.	4º Ano de Escolaridade	9º Ano de Escolaridade	Ensino Superior	Ensino Superior
2.	Enfermagem	Comerciante	Médico	Médico
<b>Informações sobre o estado de saúde e a DPOC</b>				
1.	Menos de 1 ano	Menos de 1 ano	N/A	N/A
2.	Não	Sim	N/A	N/A
3.	Consulta de rotina	Outro	N/A	N/A
4.	Não	Não	N/A	N/A
5.	Uma	Nenhuma	N/A	N/A
6.	Broncodilatadores inalatórios de curta duração	Broncodilatadores inalatórios de curta duração	N/A	N/A

Questão	Resposta			
	Paciente 1	Paciente 2	Controlo 1	Controlo 2
7.	Não	Não	N/A	N/A
8.	Sim	Não	N/A	N/A
9.	Sim	Não	Sim	Sim
<b>Informações sobre a utilização de Dispositivos Móveis e Internet</b>				
1.	Nenhum	Nenhum	Ambos	<i>Smartphone</i>
2.	Sim	Sim	N/A	N/A
3.	Mais de 5 anos	Mais de 5 anos	N/A	N/A
4.	Mais de 3 vezes ao dia	Mais de 3 vezes ao dia	N/A	N/A
5.	Em locais públicos	Todos	N/A	N/A
6.	4	4	N/A	N/A
7.	N/A	N/A	Mais de 5 anos	Entre 2 a 5 anos
8.	N/A	N/A	Mais do que cinco vezes	Mais do que cinco vezes
9.	N/A	N/A	Todos	Todos
10.	N/A	N/A	Sim	Não
11.	N/A	N/A	Jogos	N/A
12.	N/A	N/A	5	3
13.	N/A	N/A	Entre 2 a 3 anos	N/A
14.	N/A	N/A	Casa	N/A
15.	N/A	N/A	Sim	N/A
16.	N/A	N/A	4	N/A
17.	Não	Sim	Sim	Sim
18.	Nenhuma	Mais de três	De 2 a 3	Menos de 1

# Apêndice M

## System Usability Scale

A escala SUS (*System Usability Scale*) consiste na avaliação de concordância de entre um conjunto de 10 afirmações presentes na Tabela M.1.

Tabela M.1: Afirmações da escala SUS.

Afirmação
<i>"I thought the system was easy to use."</i>
<i>"I found the system unnecessarily complex."</i>
<i>"I think that I would need the support of a technical person to be able to use this system."</i>
<i>"I found the various functions in this system were well integrated."</i>
<i>"I would imagine that most of people would learn to use this system very quickly."</i>
<i>"I found this system very cumbersome to use."</i>
<i>"I felt very confident using the system."</i>
<i>"I needed to learn a lot of things before I could get going with this system."</i>



# Apêndice N

## Computer System Usability Questionnaire

O questionário CSUQ (*Computer System Usability Questionnaire*) consiste na avaliação de 19 afirmações distintas (Tabela N.1) que refletem a usabilidade de um sistema em apreciação.

Tabela N.1: Afirmações do questionário CSUQ.

Afirmação
<i>" Overall, I am satisfied with how easy it is to use this system."</i>
<i>" It was simple to use this system."</i>
<i>" I can effectively complete my work using this system."</i>
<i>" I am able to complete my work quickly using this system"</i>
<i>" I am able to efficiently complete my work using this system."</i>
<i>" I feel comfortable using this system."</i>
<i>" It was easy to learn to use this system."</i>
<i>" I believe I became productive quickly using this system."</i>
<i>" The system gives error messages that clearly tell me how to fix problems."</i>
<i>" Whenever I make a mistake using the system, I recover easily and quickly."</i>
<i>" The information (such as online help, on-screen messages, and other documentation) provided with this system is clear."</i>
<i>" It is easy to find the information I needed."</i>
<i>" The information provided for the system is easy to understand."</i>
<i>" The information is effective in helping me complete the task and scenarios."</i>

---

*"The organization of information on the system screens is clear."*

---

*"The interface of this system is pleasant."*

---

*"I like using the interface of this system."*

---

*"This system has all the functions and capabilities I expect it to have."*

---

*"Overall, I am satisfied with this system."*

---

# Apêndice O

## Questionário de Usabilidade para a Prova de Conceito do OneCareTablet Espiro

Este questionário tem por finalidade avaliar a usabilidade do sistema de monitorização de pacientes com DPOC do OneCareTablet Espiro. Toda a informação será mantida como confidencial com os dados recolhidos a terem unicamente finalidade estatística.

### Opinião Geral da Aplicação: Questionário CSUQ

1. Indique o grau de concordância com as seguintes afirmações:

a) No geral, estou satisfeito com o quão fácil é usar esta aplicação.

	1	2	3	4	5	6	7		N/R
Discordo	<input type="radio"/>	Concordo	<input type="radio"/>						

b) Foi simples utilizar esta aplicação.

	1	2	3	4	5	6	7		N/R
Discordo	<input type="radio"/>	Concordo	<input type="radio"/>						

c) Consigo completar a monitorização de forma eficaz ao utilizar a aplicação. (recolha e envio das medições corretamente, à primeira)

	1	2	3	4	5	6	7		N/R
Discordo	<input type="radio"/>	Concordo	<input type="radio"/>						

d) Consigo completar a monitorização de forma eficiente ao utilizar a aplicação.  
(recolha e envio das medições corretamente, sem cancelamentos)

	1	2	3	4	5	6	7	N/R
Discordo	<input type="radio"/>	Concordo <input type="radio"/>						

b) Foi simples utilizar esta aplicação.

e) Sinto-me confortável ao utilizar a aplicação.

	1	2	3	4	5	6	7	N/R
Discordo	<input type="radio"/>	Concordo <input type="radio"/>						

f) Foi fácil aprender a utilizar a aplicação.

	1	2	3	4	5	6	7	N/R
Discordo	<input type="radio"/>	Concordo <input type="radio"/>						

g) Penso ter sido rigoroso ao utilizar a aplicação.

	1	2	3	4	5	6	7	N/R
Discordo	<input type="radio"/>	Concordo <input type="radio"/>						

h) A plataforma apresenta mensagens de erro que me indicam de forma clara como resolver o problema.

	1	2	3	4	5	6	7	N/R
Discordo	<input type="radio"/>	Concordo <input type="radio"/>						

i) Sempre que cometo um engano a utilizar a aplicação, consigo corrigi-lo fácil e facilmente.

	1	2	3	4	5	6	7	N/R
Discordo	<input type="radio"/>	Concordo <input type="radio"/>						

j) A informação providenciada , tal como a fornecida durante a sessão inicial de esclarecimento, manual de instruções e mensagens, com a aplicação é clara.

	1	2	3	4	5	6	7		N/R
Discordo	<input type="radio"/>	Concordo	<input type="radio"/>						

l) É fácil encontrar a informação que precisava.

	1	2	3	4	5	6	7		N/R
Discordo	<input type="radio"/>	Concordo	<input type="radio"/>						

m) A informação providenciada pela aplicação é fácil de compreender.

	1	2	3	4	5	6	7		N/R
Discordo	<input type="radio"/>	Concordo	<input type="radio"/>						

n) A informação é eficaz ao ajudar-me a completar as tarefas.

	1	2	3	4	5	6	7		N/R
Discordo	<input type="radio"/>	Concordo	<input type="radio"/>						

n) A organização da informação é clara.

	1	2	3	4	5	6	7		N/R
Discordo	<input type="radio"/>	Concordo	<input type="radio"/>						

o) A interface da aplicação é clara.

	1	2	3	4	5	6	7		N/R
Discordo	<input type="radio"/>	Concordo	<input type="radio"/>						

p) Gosto de utilizar a aplicação.

	1	2	3	4	5	6	7		N/R
Discordo	<input type="radio"/>	Concordo	<input type="radio"/>						

q) Esta aplicação possui as funcionalidades e capacidades que esperava que tivesse.

	1	2	3	4	5	6	7		N/R
Discordo	<input type="radio"/>	Concordo	<input type="radio"/>						

r) No geral, estou satisfeito com a aplicação.

	1	2	3	4	5	6	7		N/R
Discordo	<input type="radio"/>	Concordo	<input type="radio"/>						

## Opinião Geral da Aplicação: Escala SUS

2. Indique o grau de concordância com as seguintes afirmações:

a) Acho que iria gostar de utilizar esta aplicação.

1 2 3 4 5  
Discordo      Concordo

b) Achei a aplicação desnecessariamente complexa.

1 2 3 4 5  
Discordo      Concordo

c) Achei que foi fácil de utilizar esta aplicação.

1 2 3 4 5  
Discordo      Concordo

d) Acho que iria necessitar de recorrer ao suporte de um técnico para ser capaz de utilizar esta aplicação.

1 2 3 4 5  
Discordo      Concordo

b) Foi simples utilizar esta aplicação.

e) Achei várias funcionalidades desta aplicação bem integradas.

1 2 3 4 5  
Discordo      Concordo

f) Achei que havia demasiada inconsistência nesta aplicação.

1 2 3 4 5  
Discordo      Concordo

g) Creio que grande aperte dos pacientes aprenderia muito rapidamente a utilizar esta aplicação.

1 2 3 4 5  
Discordo ○ ○ ○ ○ ○ Concordo

h) Achei a aplicação muito "pesada" de utilizar.

1 2 3 4 5  
Discordo ○ ○ ○ ○ ○ Concordo

i) Senti-me bastante confiante a utilizar esta aplicação.

1 2 3 4 5  
Discordo ○ ○ ○ ○ ○ Concordo

j) Precisei de aprender muitas coisas antes de utilizar a aplicação.

1 2 3 4 5  
Discordo ○ ○ ○ ○ ○ Concordo





## Apêndice P

# Resultados do Questionário de Usabilidade do OneCareTablet Espiro

Tabela P.1: Quadro com o resultado do questionário CSUQ adaptado.

Questão	Resposta			
	Paciente 1	Paciente 2	Controlo 1	Controlo 2
a) No geral, estou satisfeito com o quão fácil é usar esta aplicação	7	7	7	6
b) Foi simples utilizar esta aplicação	4	5	7	6
c) Consigo completar a monitorização de forma eficaz ao utilizar a aplicação. (recolha e envio das medições corretamente, à primeira)	4	6	6	6
d) Consigo completar a monitorização de forma eficiente ao utilizar a aplicação. (recolha e envio das medições corretamente, sem cancelamentos)	7	6	6	6
e) Sinto-me confortável ao utilizar a aplicação.	7	7	7	7
f) Foi fácil aprender a utilizar a aplicação.	6	7	7	6
g) Penso ter sido rigoroso ao utilizar a aplicação	7	6	6	7
h) A aplicação apresenta mensagens de erro que me indicam de forma clara como resolver o problema.	7	7	7	7
h) Sempre que cometo um engano a utilizar a aplicação, consigo corrigi-lo facilmente.	6	6	7	7

Questão	Resposta			
	Paciente 1	Paciente 2	Controlo 1	Controlo 2
i) A informação providenciada , tal como a fornecida durante a sessão inicial de esclarecimento, manual de instruções e mensagens, com a aplicação é clara.	5	7	7	6
j) É fácil encontrar a informação que precisava.	7	7	6	7
l) A informação providenciada pela aplicação é fácil de compreender.	7	7	7	7
m) A informação é eficaz ao ajudar-me a completar as tarefas.	7	7	6	7
n) A organização da informação é clara.	7	7	6	6
o) A interface da aplicação é clara.	7	7	7	6
p) Gosto de utilizar a aplicação.	7	7	7	7
q) Esta aplicação possui as funcionalidades e capacidades que esperava que tivesse.	7	7	7	7
r) No geral, estou satisfeito com a aplicação.	7	6	7	6

Tabela P.2: Quadro com o resultado da escala de SUS adaptada.

Questão	Resposta			
	Paciente 1	Paciente 2	Controlo 1	Controlo 2
a) Acho que iria gostar de utilizar esta aplicação.	5	5	5	4
b) Achei a aplicação desnecessariamente complexa.	1	1	1	1
c) Achei que foi fácil de utilizar esta aplicação.	4	5	4	4
d) Acho que iria necessitar de recorrer ao suporte de um técnico para ser capaz de utilizar esta aplicação.	1	1	1	1
e) Achei várias funcionalidades desta aplicação bem integradas.	5	4	4	4
e) Achei que havia demasiada inconsistência nesta aplicação.	1	1	1	1
f) Creio que grande aperte dos pacientes aprenderia muito rapidamente a utilizar esta aplicação.	4	3	5	3
g) Achei a aplicação muito "pesada" de utilizar.	1	1	1	1
h) Senti-me bastante confiante a utilizar esta aplicação.	5	5	5	5
j) Precisei de aprender muitas coisas antes de utilizar a aplicação.	1	3	2	2

Tabela P.3: Quadro com o resultado da opinião pessoal.

Questão	Resposta			
	Paciente 1	Paciente 2	Controlo 1	Controlo 2
3. Quais os pontos fortes que destaca na aplicação?	<p>”O facto de as medições serem seguidas facilita. É uma aplicação que confere segurança ao doente e pode vir a evitar fazer deslocações desnecessárias ao Centro de Saúde”</p>	<p>”Permite acompanhar a minha saúde passo-a-passo e era, sem dúvida, uma aplicação que gostaria de utilizar no futuro. A apresentação da informação está clara e as tarefas a realizar aparecerem após a anterior terminar guia-nos na monitorização”</p>	<p>”É uma aplicação fácil de utilizar com uma linguagem adequada para leigos”</p>	<p>”Está bem organizada e apresenta informação simples, fácil de entender”</p>
4. Quais os pontos fracos que destaca na aplicação?	<p>”Na parte dos questionários tive algumas dificuldades, porque a cruz não aparecia.”</p>	<p>”Não haver uma pausa entre os ecrãs dos equipamentos, às vezes era motivo de um pouco de ”aflição” para os ligar a tempo.”</p>	<p>”Devia haver indicação de ligar o equipamento antes da procura.”</p>	—
5. Deixe aqui a sua opinião daquilo que deve ser acrescentado/retirado à aplicação OneCareTablet Espiro	<p>”Devia haver uma nota no Manual de Instruções dos momentos mais demorados.”</p>	<p>”Poderia existir uma melhor identificação dos ecrãs de espirometria e oximetria, por exemplo, acrescentando uma imagem do equipamento.”</p>	—	—



## Apêndice Q

# **CENTERIS - Conference on ENTERprise Information Systems 2014**

Apêndice com conteúdo privado.

# Apêndice R

## Mockups do OneCareTablet Espiro

O desenho da solução passou pela produção de diagramas de atividade em conjunto com *mockups* com recurso à ferramenta *Balsamiq Mockups*.

### R.1 Inicialização da monitorização da DPOC

#### R.1.1 Escolha do módulo de monitorização da DPOC

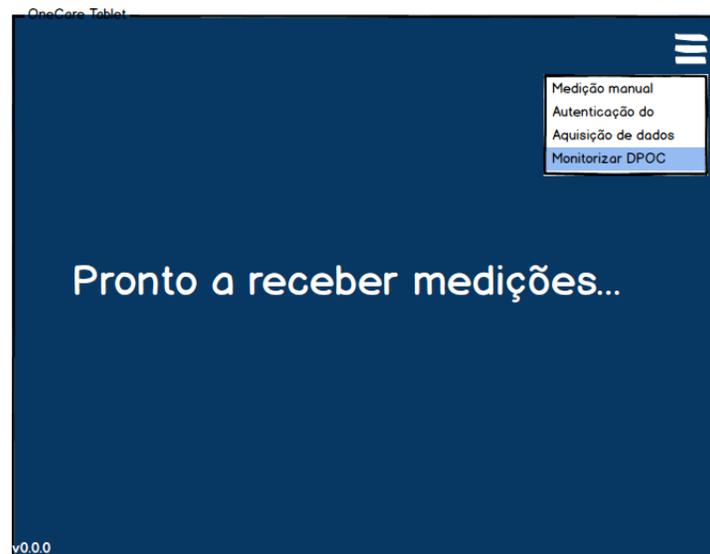


Figura R.1: No menu principal, *mockup* de inicialização da monitorização da DPOC.

## R.1.2 Escolha da pessoa a monitorizar

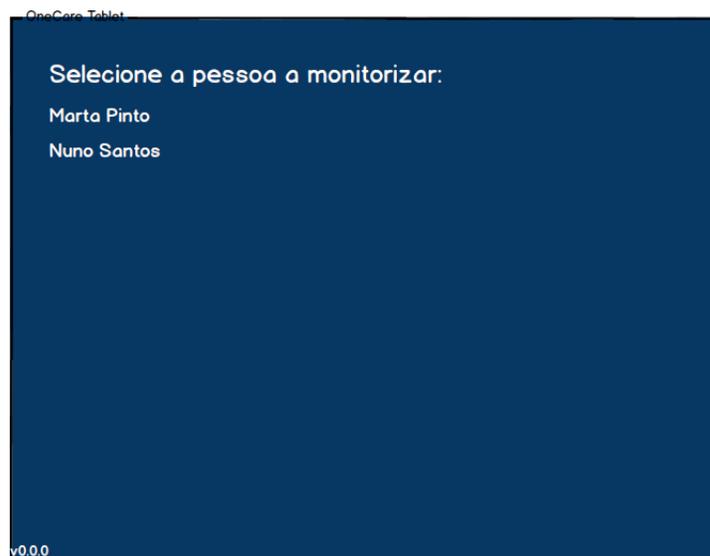


Figura R.2: *Mockup* de seleção do paciente a realização da monitorização da DPOC.

## R.1.3 Introdução do código PIN



Figura R.3: *Mockup* de introdução do código PIN do paciente selecionado.

## R.1.4 Escolha do tipo de monitorização

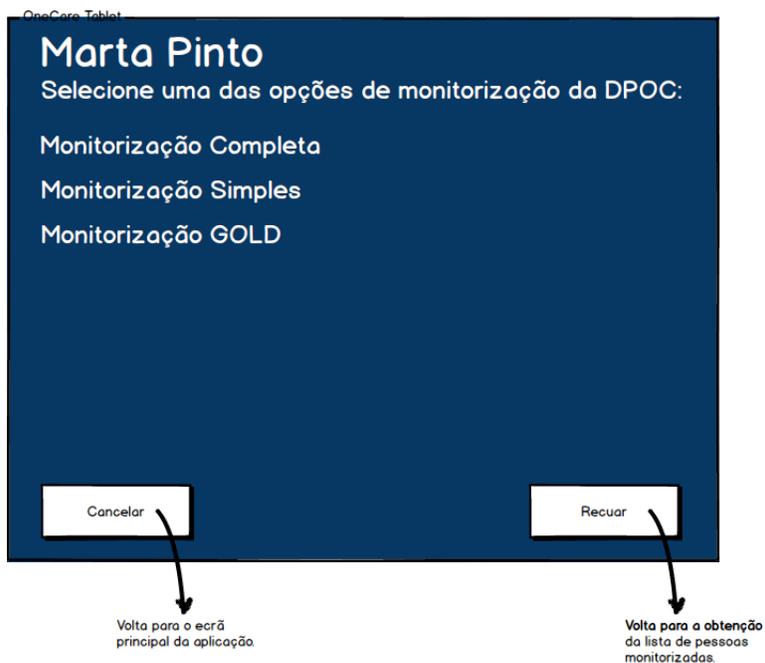


Figura R.4: *Mockup* de seleção do tipo de monitorização da DPOC.

## R.2 Ecrã de aquisição automática de parâmetros biomédicos

### R.2.1 Ecrã de aquisição automática dos parâmetros espirométricos

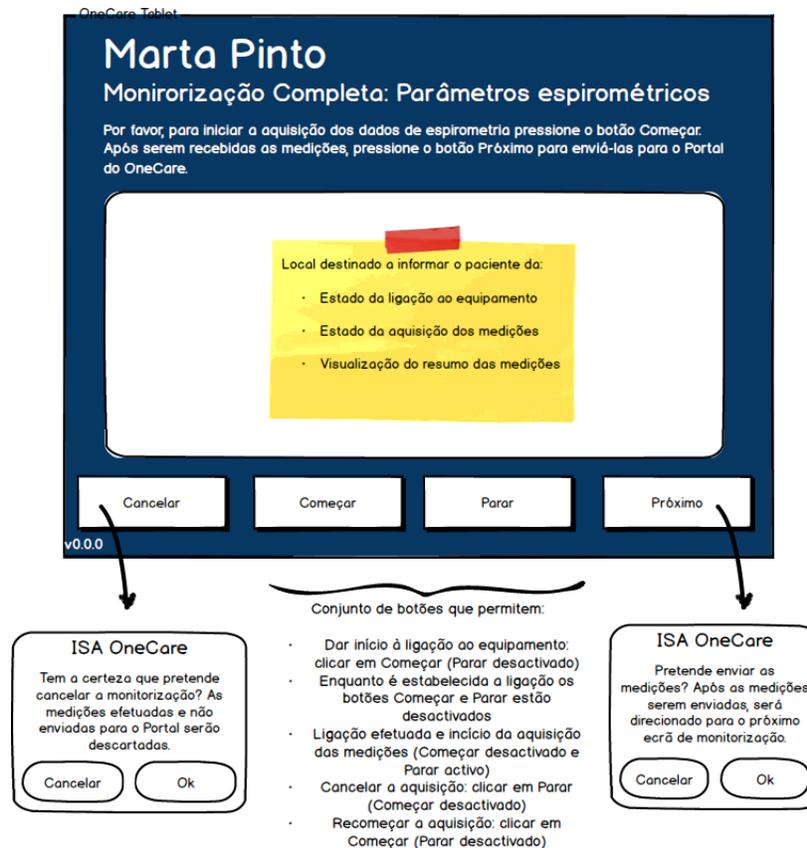


Figura R.5: *Mockup* do ecrã de aquisição automática de parâmetros espirométricos.

## R.3 Ecrã de aquisição automática dos parâmetros oximétricos

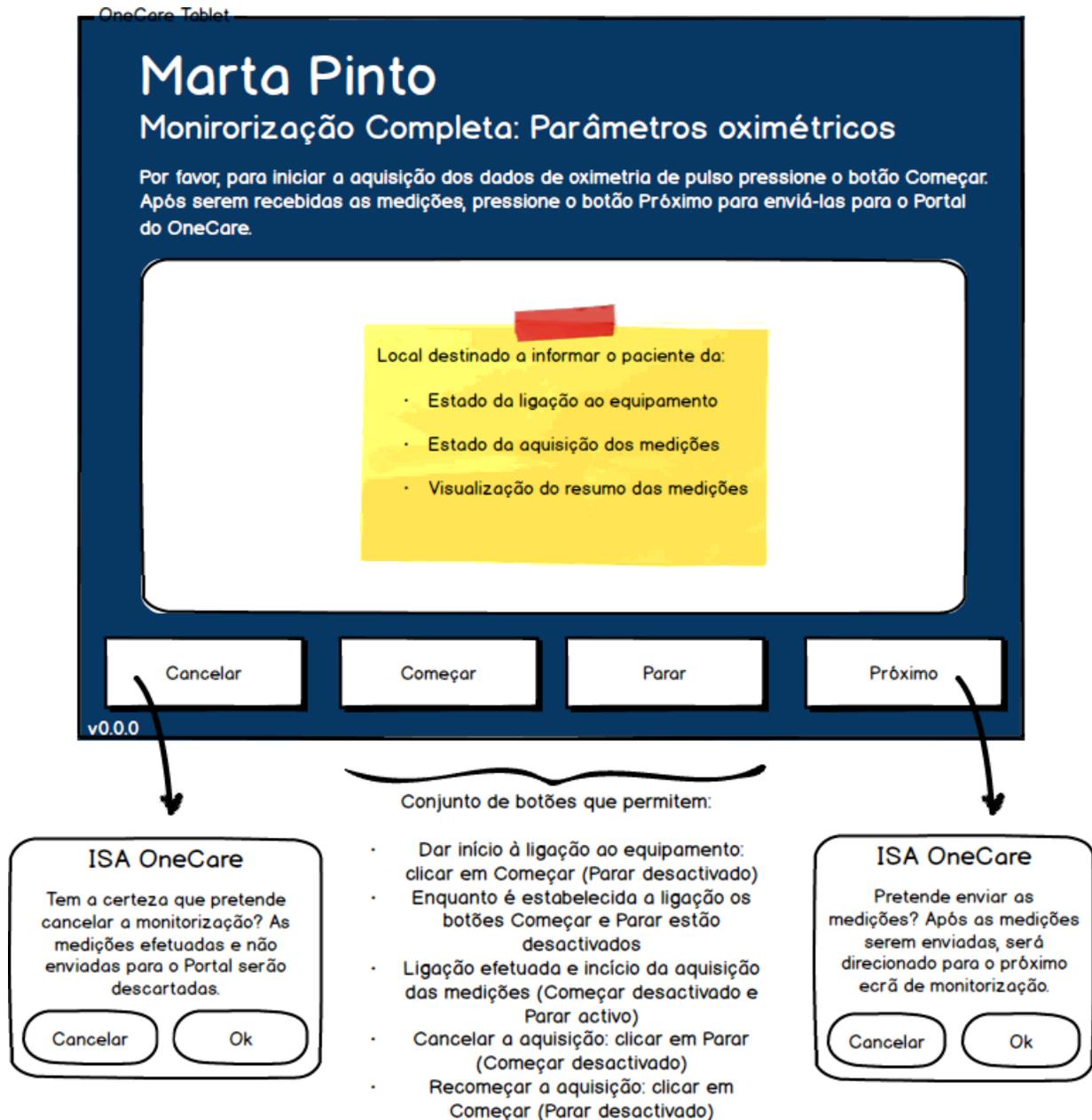


Figura R.6: *Mockup* do ecrã de aquisição automática de parâmetros oximétricos.

## R.4 Ecrã de aquisição manual dos parâmetros espirométricos

OneCare Tablet

# Marta Pinto

## Monitorização Completa: Parâmetros espirométricos

Por favor, preencha os campos relativos aos parâmetros espirométricos, introduzindo a data e hora em que a monitorização ocorreu e depois. No final, pressione o botão Próximo para enviar as medições para o Portal do OneCare.

Escolha a data:	<input type="text" value="22/02 /2014"/>	
Escolha a hora:	<input type="text" value="18:30"/>	
VEF1	<input type="text" value="2,1"/>	L
VEF1 (% do Previsto)	<input type="text" value="80"/>	%
VEF6	<input type="text" value="3,2"/>	L
VEF6 (% do Previsto)	<input type="text" value="82"/>	%
VEF1/VEF6	<input type="text" value="0,65"/>	
VEF1/VEF6 (% do Previsto)	<input type="text" value="70"/>	%

v0.0.0

Date e Hour Pickers para a introdução do dia e hora a que o testes espirométrico ocorreu.

Conjunto de campos relativos para preencher com os parâmetros resultantes do teste espirométrico.

ISA OneCare

Tem a certeza que pretende cancelar a monitorização? As medições efetuadas e não enviadas para o Portal serão descartadas.

ISA OneCare

Pretende retornar à procura do dispositivo COPD-6?

ISA OneCare

Pretende enviar as medições? Após as medições serem enviadas, será direcionado para o próximo ecrã de monitorização.

Figura R.7: Mockup do ecrã de aquisição manual de parâmetros espirométricos.

## R.5 Ecrã de aquisição manual dos parâmetros oximétricos

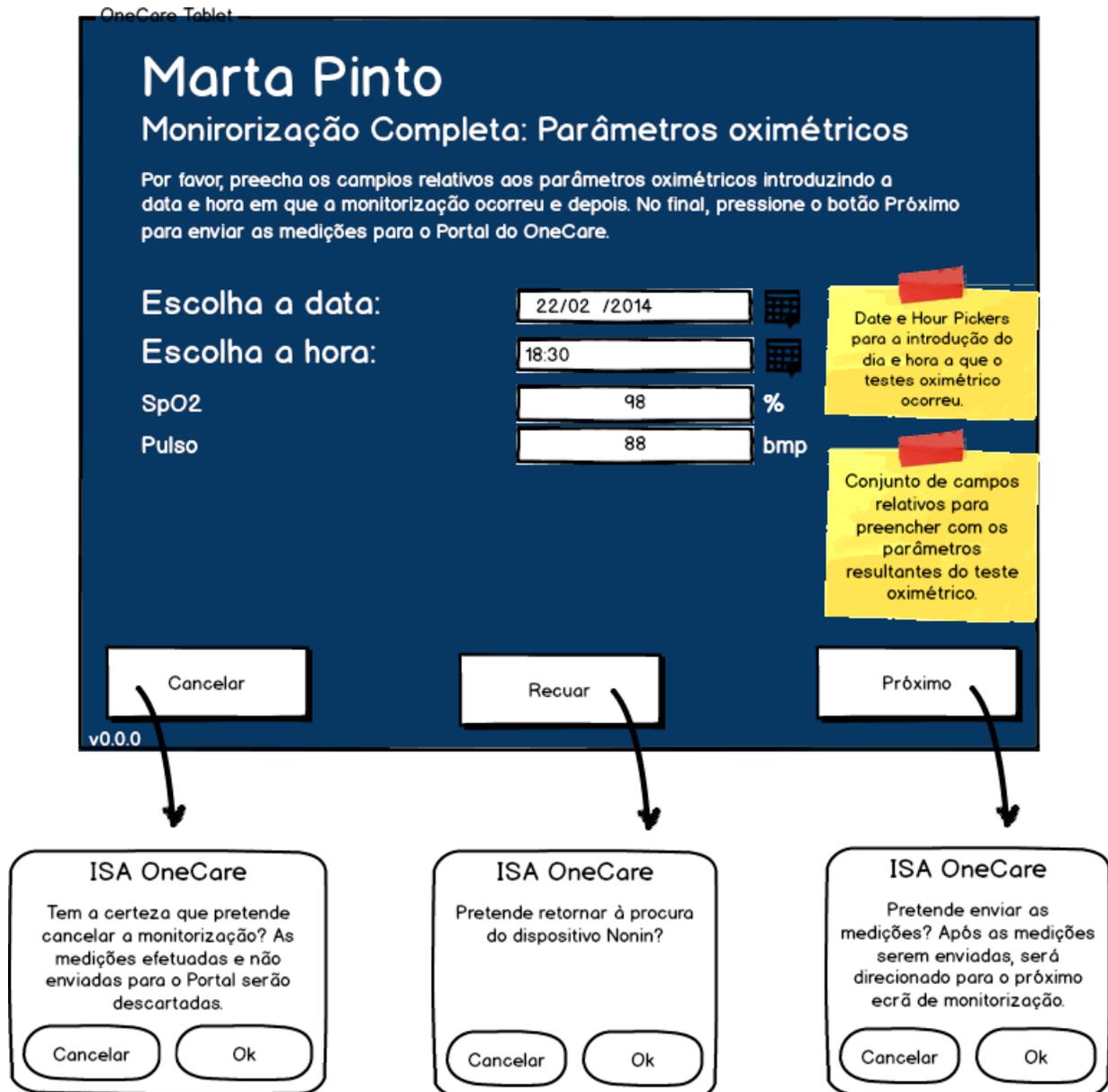


Figura R.8: *Mockup* do ecrã de aquisição manual de parâmetros oximétricos.



## R.6 Ecrã de avaliação da dispneia (Questionário mMRC)

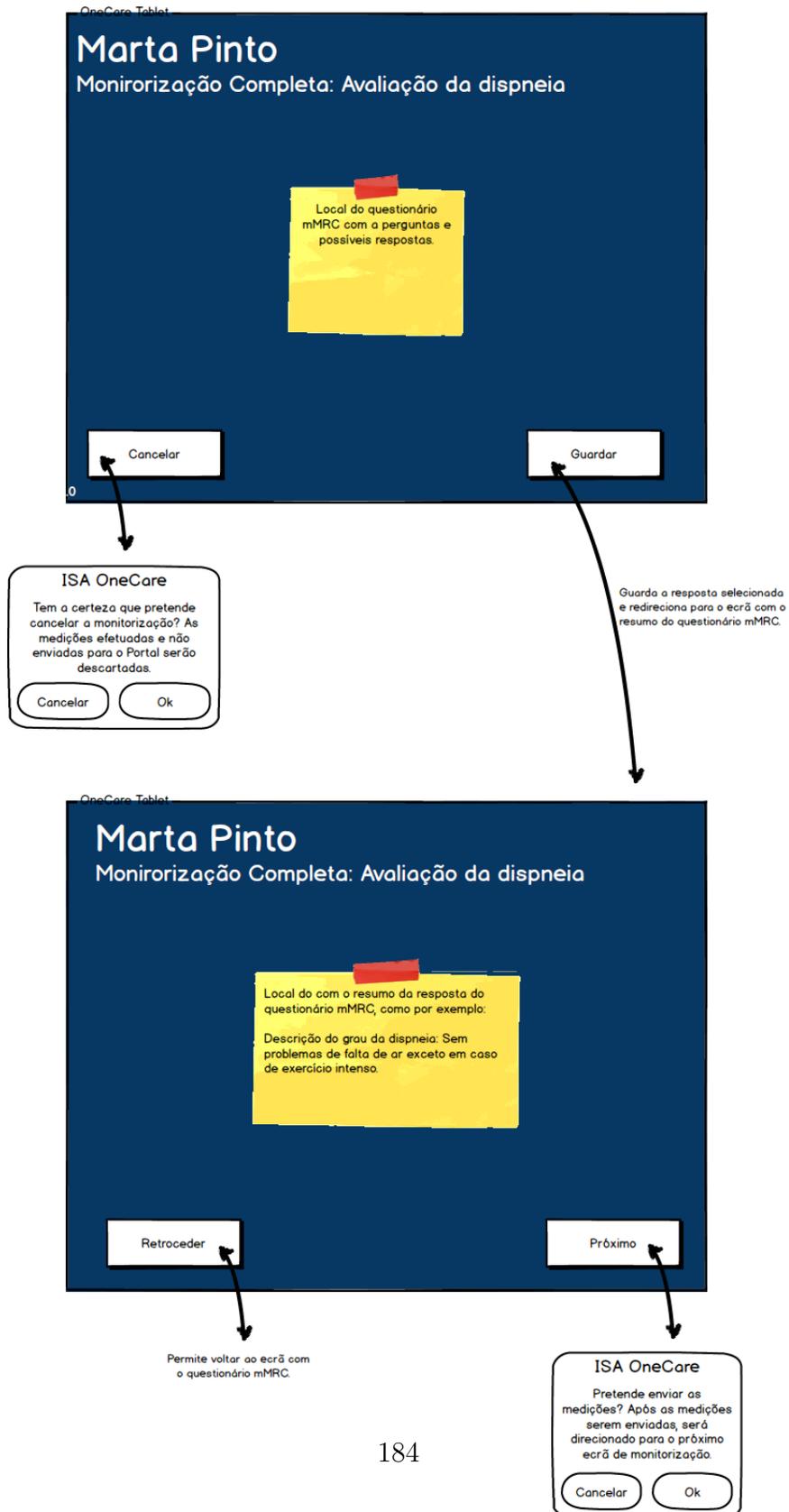


Figura R.9: Mockup do ecrã de avaliação da dispneia.

## R.7 Ecrã do historial de crises respiratórias

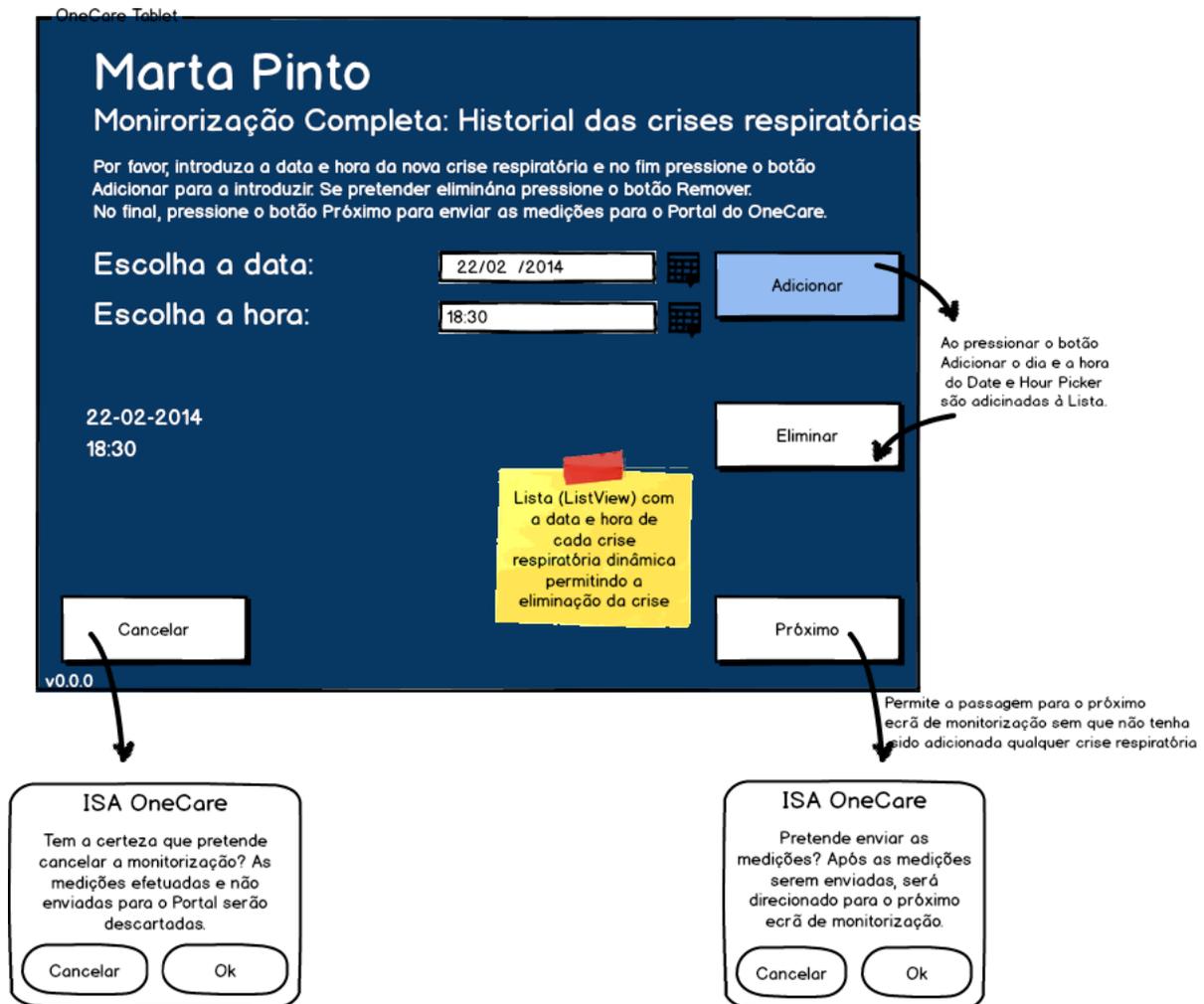


Figura R.10: *Mockup* do ecrã de introdução do historial de crises respiratórias.



## R.8 Ecrã de avaliação da expetoração

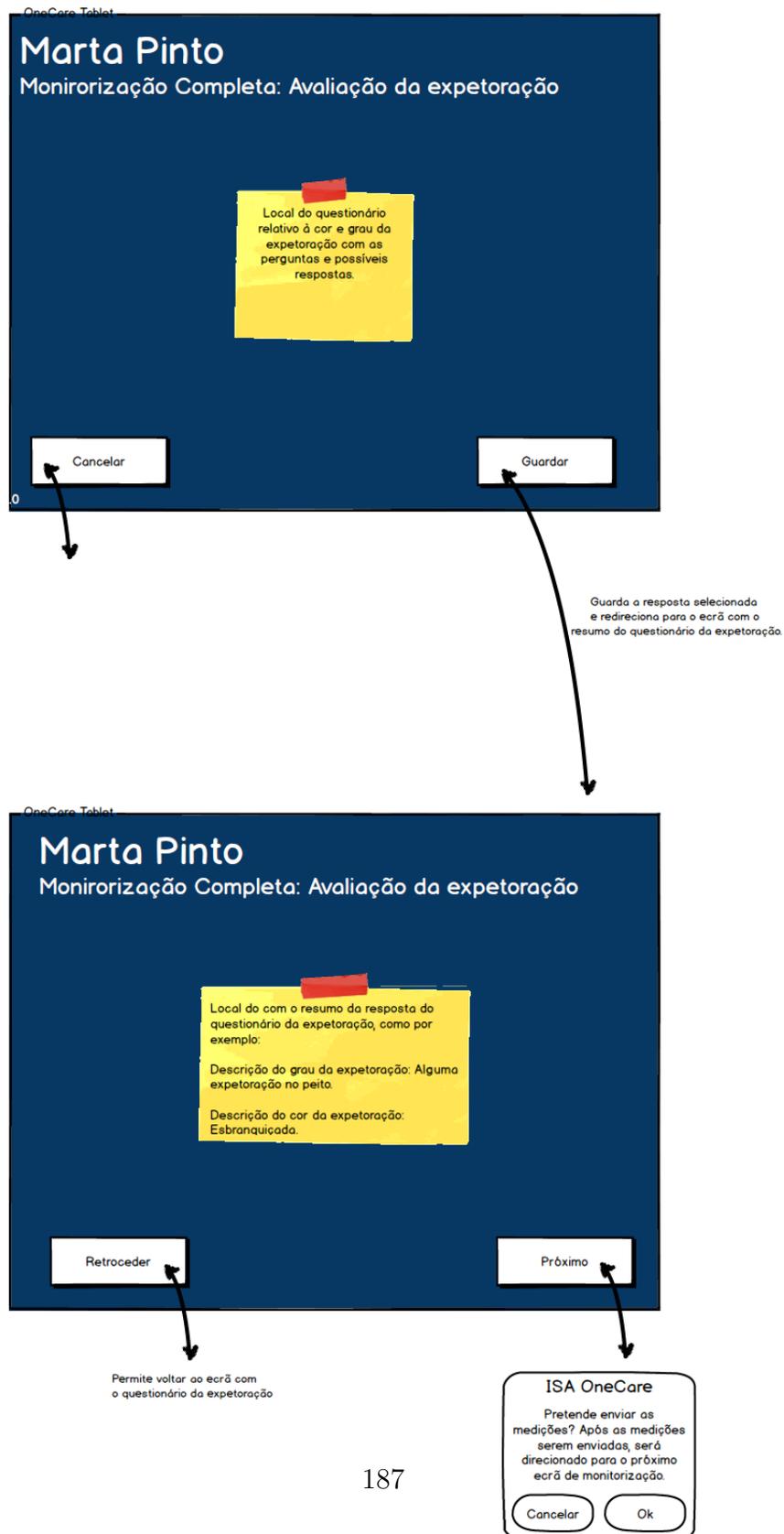


Figura R.11: Mockup do ecrã de avaliação da expetoração.



# Apêndice S

## Testes às funcionalidades do OneCareTablet Espiro

Apêndice com conteúdo privado.