

Universidade da Beira Interior

Departamento de Informática



Departamento de
Informática

**Nº 1 - 2023: *Desenvolvimento de uma Aplicação Móvel
para Análise de Biossinais em Pacientes com DPOC:
Gamificação, Educação e Capacitação para uma Melhor
Gestão da Doença***

Elaborado por:

João Martins

Orientador:

Professor Doutor Paulo Fazendeiro

19 de junho de 2023

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todos os que contribuíram direta e indiretamente para a realização deste projeto.

Numa contribuição direta, deixo o meu bem-haja ao colega Diogo Filipe Vendelino Neves e ao professor Doutor Henrique Martins da Faculdade de Ciências da Saúde (FCS), que se mostraram sempre prestáveis e disponíveis para realizar reuniões e contribuir de forma ativa, direta e frequente no bom desenvolvimento deste projeto. Devo também expressar o meu sincero obrigado ao professor Doutor Paulo Fazendeiro pela sua orientação, pelo valioso apoio proporcionado na aprendizagem de novos conceitos, pelas ideias sempre úteis e irreverentes, e pela dedicação em garantir a realização dos objetivos estabelecidos. Por último, mas não menos importante, quero expressar a minha sincera gratidão ao colega Tomás Santos pelo companheirismo, pelo cruzamento produtivo de ideias e pelo esforço para que o seu projeto acrescentasse valor ao meu.

Numa contribuição indireta, expresso o meu sincero obrigado à minha família pelo apoio incentivo constantes. Vocês sempre estiveram ao meu lado, encorajando-me a nunca baixar os braços, mesmo nos momentos mais difíceis. Agradeço também aos meus amigos e colegas que sempre me deram ânimo e esperança quando mais precisei.

A todos os que, direta ou indiretamente, contribuíram para o sucesso deste projeto, o meu profundo agradecimento. Cada interação, conselho e apoio foram fundamentais ao longo desta jornada. Sinto-me verdadeiramente honrado e grato por ter tido a oportunidade de trabalhar com pessoas tão talentosas e generosas.

Obrigado a todos por fazerem parte desta experiência e por ajudarem a tornar este projeto uma realidade. Sem a vossa contribuição, este resultado não seria possível.

Conteúdo

Conteúdo	iii
Lista de Figuras	vii
Lista de Tabelas	ix
1 Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Motivação	2
1.3 Objetivos	2
1.4 Organização do Documento	3
2 Estado da Arte	7
2.1 Introdução	7
2.2 Aplicações Móveis na Área da Saúde	7
2.3 Estudo de Mercado	9
2.3.1 Caso de Estudo <i>NHS Wales: COPDhub</i>	10
2.4 Conclusões	12
3 Tecnologias e Ferramentas Utilizadas	13
3.1 Introdução	13
3.2 Aplicação Móvel	13
3.2.1 Android Studio	13
3.2.2 Android	13
3.2.3 Java	14
3.3 Relatório	14
3.3.1 Latex	14
3.4 Conclusões	14
4 Engenharia de Software	15
4.1 Introdução	15
4.2 Arquitetura de Sistema do <i>Smart Patch for COPD</i>	15
4.2.1 <i>Smart Patch COPD</i>	17

4.2.1.1	Smart Patch COPD - Interação entre Aplicação Móvel - Servidor	17
4.2.1.2	Smart Patch COPD - Interação entre Aplicação Web - Servidor	17
4.3	Análise de Requisitos	18
4.3.1	Requisitos Funcionais da Aplicação Móvel	18
4.3.2	Requisitos Não Funcionais da Aplicação Móvel	22
4.4	Casos de Uso	23
4.5	Diagrama de Atividades	31
4.6	Modelação da Base de Dados	33
4.6.1	Diagrama Entidade-Relação	33
4.6.2	Esquema Relacional	34
4.7	Conclusões	34
5	Construção, Demonstração e Testes da Aplicação Móvel	35
5.1	Introdução	35
5.2	Detalhes da Construção	35
5.2.1	Registo e Autenticação de Utilizadores	35
5.2.2	Armazenamento de Dados de Sessão do Utilizador	37
5.2.3	Análise dos Valores Emitidos Pelo <i>Patch</i>	37
5.2.4	Aconselhamento Imediato em Situações de Possível Exacerbação	38
5.2.5	Ambiente Dedicado à Realização de Testes Físicos Subjacentes à Doença	42
5.2.6	<i>Wellness Value</i> - Índice de Controlo da Doença	45
5.2.6.1	Variáveis do Sensor	46
5.2.6.2	Testes Físicos	47
5.2.6.3	Questionário	48
5.2.6.4	Obtenção do <i>Wellness Value</i>	48
5.3	Demonstração da Aplicação Móvel	49
5.3.1	Página Inicial e de Autenticação	49
5.3.2	Página de Registo	50
5.3.3	Página Principal	50
5.3.4	Página de Perfil	53
5.3.5	Realização do questionário	55
5.3.6	Testes Físicos - Menu	58
5.3.7	Testes Físicos - Página do Six Minute Walk Test (6MWT)	59
5.3.8	Testes Físicos - Página do One Minute Sit to Stand Test (1MSTST)	60
5.3.9	Página Dedicada aos Valores do Sensor	62
5.4	Testes e Validação do Contador de Passos da Aplicação	64
5.4.1	Sustentação do Algoritmo	64

CONTEÚDO	v
5.4.2 Testes e Validação	65
5.5 Conclusões	67
6 Conclusões e Trabalho Futuro	69
6.1 Conclusões Principais	69
6.2 Trabalho Futuro	70
Bibliografia	71

Lista de Figuras

2.1	NHS Wales:COPDhub Questionário	11
2.2	NHS Wales:COPDhub Nível de Controlo	12
4.1	Arquitetura de Sistema do <i>Smart Patch for COPD</i>	16
4.2	Diagrama de Casos de Uso	23
4.3	Diagrama de Atividades	32
4.4	Diagrama Entidade-Relação da Aplicação Móvel	33
4.5	Esquema Relacional da Aplicação Móvel	34
5.1	Armazenamento da palavra-passe na base de dados	36
5.2	Representação do <i>COPD Assessment Test</i> (CAT)	39
5.3	Tratamento dos valores por variável	46
5.4	Classificação do questionário em relação ao impact level	48
5.5	Página inicial da aplicação	49
5.6	Página de registo da aplicação	50
5.7	Página inicial para um utilizador novo	51
5.8	Página inicial	52
5.9	Barra de navegação da aplicação	53
5.10	Página de perfil	54
5.11	Página de atualização do endereço eletrónico	55
5.12	Página de mudança da palavra-passe	55
5.13	Página de resposta à primeira pergunta do questionário	56
5.14	Página de resposta à primeira pergunta do questionário	57
5.15	Página de avaliação do questionário	58
5.16	Página de seleção do exercício físico	59
5.17	Página do 6 Minute Walk Test	59
5.18	Página do 1 Minute Sit to Stand Test	61
5.19	Página das Variáveis do Sensor	62
5.20	Teste em ritmo lento	64
5.21	Teste em ritmo normal	65
5.22	Gráfico com a variação de resultados do algoritmo em relação aos resultados reais	66

Lista de Tabelas

2.1	Aplicações relacionadas à DPOC presentes no Mercado	10
4.1	Caso 1 - Iniciar Sessão	24
4.2	Caso 2 - Modificação/Atualização de dados	25
4.3	Caso 3 - Observar média de cada parâmetro mediante valores do sensor .	26
4.4	Caso 4 - Aceder ao <i>Wellness Value</i> (Índice de monitoramento da DPOC) .	26
4.5	Caso 5 - Gestão da carteira de medicamentos	27
4.6	Caso 6 - Realização dos testes físicos (6MWT e/ou 1MSTST)	28
4.7	Caso 7 - Interação com <i>Virtual Healthcare Provider</i>	29
4.8	Caso 8 - Realização do questionário	29
4.9	Caso 8 - Realização do questionário	30

Lista de Excertos de Código

5.1	Encriptação da palavra-passe	36
5.2	Processo de autenticação do utilizador	36
5.3	Armazenamento do email e palavra-passe nas SharedPreferences	37
5.4	Aceso ao dados de autenticação através de SharedPreferences	37
5.5	Query para recolha dos valores no intervalo das últimas 24 horas às últimas 18 horas	38
5.6	Análise do query para recolha dos valores da frequência respiratória no intervalo das últimas 24 horas às últimas 18 horas	38
5.7	Implementação do CAT no slide da aplicação	39
5.8	Intent auxiliar ao envio do PDF	40
5.9	Função que cria um PDF	41
5.10	Função que conta os passos segundo valores da norma da aceleração armazenados num ficheiro CSV	42
5.11	Modo de cálculo do valor percentual de PaCO ₂ nas últimas 24 horas . .	46
5.12	Modo de cálculo do valor percentual de PaCO ₂ nas últimas 24 horas . .	47
5.13	Função que dá valor percentual a um six minute walk test	47
5.14	Implementação da fórmula para o wellness value	48

Acrónimos

DPOC	Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica
FCS	Faculdade de Ciências da Saúde
IDE	Ambiente de Desenvolvimento Integrado
UBI	Universidade da Beira Interior
GES	Grupo Engenharia e Saúde
FCT	Fundação para a Ciência e a Tecnologia
SNS	Sistema Nacional de Saúde
FHIR	<i>Fast Healthcare Interoperability Resources</i>
API	<i>Application Programming Interface</i>
EHR	<i>Electronic Health Records</i>
CAT	<i>COPD Assessment Test</i>
PaO2	Pressão Parcial de O2
PaCO2	Pressão Parcial de CO2
PDF	Portable Document Format
6MWT	Six Minute Walk Test
1MSTST	One Minute Sit to Stand Test
CSV	Comma-Separated Values
SNS	Serviço Nacional de Saúde
iOS	iPhone Operating System

Capítulo

1

Introdução

1.1 Enquadramento

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é uma condição respiratória crônica que causa obstrução das vias aéreas e tem um impacto significativo na qualidade de vida dos pacientes. Para enfrentar este desafio, é crucial adotar uma abordagem centrada no doente, em que os próprios doentes desempenham um papel ativo no manejo da doença.

Neste contexto, a utilização de tecnologia móvel tem-se mostrado promissora para capacitar os doentes e promover a sua participação ativa no autocuidado. Uma aplicação móvel específica para a DPOC, que seja acompanhada por um aparelho com sensores capazes de medir variáveis relacionadas à doença, surge como uma solução inovadora para ajudar os doentes na gestão diário da sua condição.

Além disso, a aplicação móvel proposta adota abordagens de autocontrolo da doença, oferecendo recurso a testes físicos específicos, armazenamento de variáveis pessoais e armazenamento de medidas de parâmetros úteis efetuadas pelos sensores. Os doentes têm a oportunidade de interagir com um "profissional de saúde artificial", fazer questionários-diagnóstico, e gerir a sua carteira de medicamentos.

Ao enfrentar os desafios da DPOC através desta solução tecnológica, espera-se obter diversos benefícios. Em primeiro lugar, os doentes terão um maior controlo sobre a sua própria condição, monitorizando sintomas, medicações, aderindo aos testes físicos recomendados e, por consequência, observando o índice de controlo da doença fornecido. Com este índice, a aplicação móvel proporciona acesso rápido e fácil a uma avaliação continua derivada dos resultados das componentes presentes na mesma, permitindo que os doentes estejam mais bem informados sobre a sua condição num dado momento.

A solução proposta também é benéfica para os profissionais de saúde, pois per-

mite uma visão mais completa do estado do doente, incluindo relatórios do diagnóstico-questionário, resultado dos testes físicos incorporados e valores das variáveis medidas pelos sensores. Isto pode auxiliar no processo de tomada de decisão e no fornecimento de um cuidado personalizado e mais eficaz.

Em síntese, a aplicação móvel para o manejo da DPOC, em conjunto com o aparelho com sensores, surge como uma solução inovadora para melhorar o manejo desta condição respiratória crônica. Ao capacitar os doentes, oferecer informações relevantes e promover a participação ativa no cuidado com a saúde, esta solução visa melhorar a qualidade de vida destes, proporcionando uma abordagem mais eficaz e personalizada para a gestão da sua doença.

1.2 Motivação

Sabendo que, cerca de 300 milhões de pessoas têm DPOC atualmente e que a doença é ainda a 3.^a causa de morte globalmente e muito prevalente, sobretudo em países de baixa e média renda [1], e que um em cada 14 portugueses tem DPOC que, no mínimo, é moderada, podendo ser grave ou muito grave[2], é de extrema importância a criação de uma aplicação móvel que possa ser utilizada no controlo e autogestão da doença permitindo que os doentes se tornem mais envolvidos e responsáveis pelos seus cuidados de saúde.

O impacto esperado desta aplicação móvel é significativo. Ao capacitar os doentes com ferramentas de autogestão, espera-se uma redução nas exacerbações da doença e uma melhoria na qualidade de vida. Além disso, a utilização desta aplicação pode levar a uma diminuição dos custos de saúde, uma vez que os doentes terão maior controlo sobre a sua condição e poderão evitar hospitalizações desnecessárias.

Resumidamente, a criação de uma aplicação móvel para o controlo e autogestão da DPOC surge como uma resposta necessária e inovadora para enfrentar os desafios impostos por esta doença prevalente. Esta aplicação oferece aos doentes a oportunidade de se envolverem mais e serem responsáveis pelos seus cuidados de saúde, proporcionando recursos e informações essenciais para melhorar o controlo da doença e a sua qualidade de vida.

1.3 Objetivos

A aplicação móvel desenvolvida visa:

1. Facilitar o acompanhamento do paciente em casa. Permitir que o paciente realize o monitoramento dos seus sinais vitais em casa, sem precisar de deslocamentos frequentes a hospitais ou clínicas. O que proporciona mais comodi-

dade para o paciente e permite que o médico possa acompanhar o paciente de forma mais eficiente e precisa.

2. Melhorar a qualidade de vida do paciente. Incluir recursos que permitam o paciente obter informação de forma rápida, através diagnósticos em caso de possíveis exacerbações. Além disso, a aplicação inclui protocolos a seguir dependendo do resultado do questionário, o que pode aumentar a motivação do paciente na gestão da sua própria saúde.
3. Capacitar o paciente: Oferecer recursos que permitam ao paciente gerir a sua doença, dando-lhe acesso a um índice do nível de controlo da sua doença por via de informações recolhidas através da aplicação.
4. Melhorar a eficiência do atendimento: Permitir que o médico tenha acesso aos dados recolhidos pelo paciente em tempo real, o que proporciona uma análise mais precisa e rápida dos dados, além de facilitar o acompanhamento do paciente a longo prazo.

1.4 Organização do Documento

De modo a refletir o trabalho que foi feito, este documento encontra-se estruturado da seguinte forma:

1. O primeiro capítulo – **Introdução** – apresenta o projeto, a motivação para a sua escolha, o enquadramento para o mesmo, os seus objetivos e a respetiva organização do documento;
2. O segundo capítulo – **Estado da Arte** – são apresentadas aplicações semelhantes com o propósito de comparar as funcionalidades desenvolvidas neste projeto com as funcionalidades já oferecidas pelas demais.
3. O terceiro capítulo – **Tecnologias e Ferramentas Utilizadas** – são apresentadas as tecnologias utilizadas no desenvolvimento deste projeto, tanto da aplicação móvel como do documento que a acompanha.
4. O quarto capítulo – **Engenharia de Software** – é apresentada a arquitetura deste projeto, feito um levantamento dos requisitos funcionais e não funcionais da aplicação e o seu modelo de dados.
5. O quinto capítulo – **Construção, Demonstração e Testes da Aplicação Móvel** – são descritas as funcionalidades da aplicação em pormenor, é feita uma descrição com recurso a imagens desta e são apresentados os testes realizados para a avaliação de uma funcionalidade incluída na mesma.

6. O sexto capítulo – **Conclusões e Trabalho Futuro** – é feita uma revisão do trabalho realizado. São comparados os objetivos propostos com os que foram alcançados e discutidos novos objetivos que poderão ser incorporados num trabalho futuro.

Capítulo

2

Estado da Arte

2.1 Introdução

Neste capítulo é feita uma introdução às aplicações móveis na área da saúde, onde são referidos os seus objetivos, a sua evolução e o impacto atual destas na vida de um doente. São depois apresentadas algumas aplicações, que foram alvo de um estudo de mercado, onde são categorizadas de forma a identificar lacunas neste nicho de mercado. Por fim, é feita exposição de uma aplicação que serviu de pesquisa na fase de planeamento e as funcionalidades que esta contempla que serviram de inspiração à aplicação descrita neste documento.

2.2 Aplicações Móveis na Área da Saúde

As aplicações móveis na área da saúde, também conhecidas como *health apps* ou *healthcare apps*, têm tido um impacto significativo na vida dos pacientes. Estas aplicações procuram fornecer serviços de saúde, monitoramento, educação e suporte aos utilizadores.

Objetivos das Aplicações Móveis na Área da Saúde

1. Monitorização de saúde: As aplicações permitem aos doentes monitorizar a sua saúde de forma contínua, seja através do registo de atividades físicas, monitorização de sinais vitais, registo da alimentação e sono, ou acompanhamento de condições médicas específicas.
2. Educação e consciencialização: Muitas aplicações fornecem informações sobre doenças, tratamentos, medicamentos e hábitos saudáveis, permitindo que

os doentes se informem melhor sobre a sua saúde e tomem decisões mais conscientes.

3. **Gestão de doenças crónicas:** As aplicações ajudam os doentes com doenças crónicas, como diabetes, asma, hipertensão, entre outras, a monitorizar os seus sintomas, registar medições relevantes e receber lembretes para medicamentos e consultas médicas.
4. **Acesso a profissionais de saúde:** Algumas aplicações oferecem serviços de consulta médica online, onde os doentes podem comunicar com médicos, enfermeiros ou outros profissionais de saúde por via de mensagens, chamadas de vídeo ou chat, facilitando o acesso a cuidados de saúde, especialmente em áreas remotas.

Evolução das Aplicações Móveis na Área da Saúde

As aplicações móveis na área da saúde têm evoluído rapidamente nos últimos anos. Inicialmente, muitas delas estavam focadas apenas na monitorização de atividades físicas e contagem de calorias. No entanto, com os avanços tecnológicos e a maior procura por cuidados de saúde personalizados, as aplicações agora abrangem uma variedade de áreas, tais como:

1. **Monitorização avançada:** As aplicações podem integrar-se a dispositivos *wearable*, como smartwatches e monitores de saúde, para recolher dados mais precisos sobre atividade física, frequência cardíaca, qualidade do sono e outros indicadores relevantes para a saúde.
2. **Inteligência artificial e aprendizagem automática:** Algumas aplicações utilizam algoritmos avançados para analisar os dados de saúde recolhidos e fornecer informações personalizadas aos doentes. Isso pode ajudar a identificar padrões, prever riscos de saúde e oferecer recomendações personalizadas para melhorar o bem-estar.
3. **Integração com registos eletrónicos de saúde:** Muitas aplicações podem conectar-se aos sistemas de registos eletrónicos de saúde dos doentes, permitindo que os profissionais de saúde acedam a dados em tempo real e acompanhem o progresso do tratamento.

Impacto Atual das Aplicações Móveis na Vida de Um Doente

As aplicações móveis na área da saúde têm tido um impacto positivo na vida dos doentes de várias formas:

1. Autogestão: As aplicações capacitam os doentes a desempenhar um papel mais ativo na sua própria saúde, permitindo-lhes monitorizar os seus dados de saúde, tomar decisões informadas e adotar comportamentos saudáveis.
2. Acesso facilitado a informações: Os doentes podem obter informações atualizadas sobre doenças, tratamentos, medicamentos e estilo de vida saudável diretamente nos seus dispositivos móveis, o que ajuda a melhorar a sua compreensão e envolvimento.
3. Suporte contínuo: As aplicações podem fornecer suporte contínuo aos doentes, por exemplo, através de lembretes de medicamentos, dicas de autocuidado, acompanhamento de sintomas e acesso a comunidades de apoio.
4. Monitorização e prevenção: Com a monitorização constante, os doentes podem identificar tendências e alertas precoces de problemas de saúde, permitindo intervenção rápida e prevenção de complicações.

2.3 Estudo de Mercado

Nesta secção, é apresentado um estudo de mercado detalhado sobre as aplicações relacionadas à DPOC. O objetivo é analisar as aplicações disponíveis no mercado e avaliá-las com base em critérios importantes, como gratuidade, disponibilidade nas plataformas iOS e Android, e recursos oferecidos.

Tabela 2.1: Aplicações relacionadas à DPOC presentes no Mercado

Aplicação	Grat.	Dispon.	Recursos
COPD	S	iOS e Android	Informação com vídeos explicativos.
my mhealth	S	iOS e Android	Registo de medicação, registo de atividade física e qualidade do ar.
COPD Pocket Consultant Guide (P)	S	Android	Tutorias em vídeos de exercícios físicos e inalações e registo de um plano a seguir.
GOLD COPD	S	Android	Guia desenvolvido por especialistas em saúde respiratória.
NHS Wales: COPDhub	S	iOS e Android	Informações sobre a doença, opções de tratamento, dicas de autogestão, recursos de atividade física e exercícios respiratórios, orientações sobre como lidar com exacerbações.

2.3.1 Caso de Estudo *NHS Wales: COPDhub*

A NHS Wales:COPDhub [3] serviu de inspiração para a construção da aplicação deste projeto. Nomeadamente:

1. Questionário em situações de exacerbações. Através deste, o doente recebe instruções conforme o resultado conseguido. Assim poderá ter autocontrole sobre a doença e evitar situações de exacerbações.

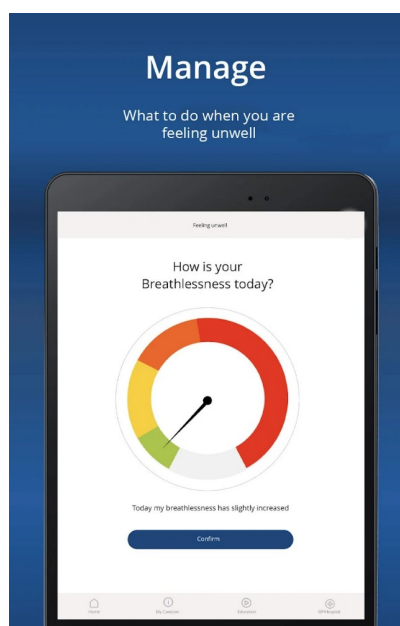


Figura 2.1: NHS Wales:COPDhub Questionário

2. Nível de Controlo da DPOC. A partir deste, o doente recebe consegue antecipar exacerbações e transmitir ao médico um dado fidedigno do seu estado atual de saúde.

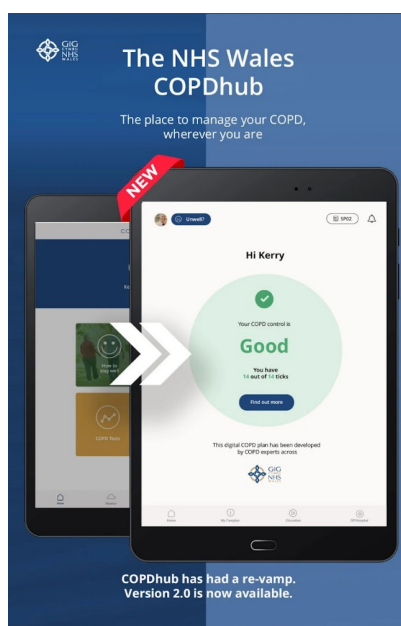


Figura 2.2: NHS Wales:COPDhub Nível de Controlo

Todas as aplicações mencionadas, incluindo esta, têm características em comum com o projeto descrito neste documento, no entanto, esta é mais abrangente, pois fornece interoperabilidade, onde é possível registar consultas, acesso a materiais educacionais e monitoramento da doença por via de *inputs* dados pelo utilizador ao longo da sua experiência com a aplicação. Contudo, a aplicação proposta deste projeto será mais automatizada que todas as anteriores devido à mesma trabalhar a par com o aparelho de sensores, ter a inclusão de testes físicos específicos à doença e ter sido construído a par com técnicos da área da saúde.

2.4 Conclusões

Neste capítulo é feito um enquadramento das aplicações estudadas, durante a fase de planeamento deste projeto, com a área em que estas se inserem. É feita uma descrição dos objetivos deste tipo de aplicações, bem como a sua evolução e por fim, o impacto destas na vida de um doente. É elaborado também um estudo de mercado, onde se categoriza cada aplicação relacionada à DPOC. Por fim, é apresentado um caso de estudo e os pontos que se pretendem aprimorar a partir deste.

Nos capítulos seguintes estes requisitos serão apresentados, bem como as tecnologias usadas para os desenvolver.

Capítulo

3

Tecnologias e Ferramentas Utilizadas

3.1 Introdução

Neste capítulo, iremos discutir as principais tecnologias e ferramentas utilizadas no projeto para garantir uma implementação e funcionamento eficazes. Serão referidas as tecnologias utilizadas no desenvolvimento da aplicação móvel e, de seguida, as ferramentas usadas na elaboração deste documento.

3.2 Aplicação Móvel

3.2.1 Android Studio

O Android Studio é o Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) usado para desenvolver aplicações Android. Suporta as linguagens de programação como Java e Kotlin e oferece recursos avançados de edição de código. O IDE possui emuladores e dispositivos virtuais para testar aplicações. [4]

3.2.2 Android

O Android é o sistema operativo móvel da Google, usado em *smartphones* e *tablets*. Oferece uma variedade de recursos através da Google Play Store, além da integração com serviços como Gmail e Google Maps. É conhecido pela sua flexibilidade e popularidade como sistema operativo móvel.

3.2.3 Java

É uma linguagem de programação orientada para objetos de várias plataformas executada em milhares de milhões de dispositivos em todo o mundo. Alimenta aplicações, sistemas operativos de *smartphones*, *software* empresarial e muitos programas conhecidos. Apesar de ter sido inventado há mais de 20 anos, o Java é atualmente a linguagem mais popular para programadores de aplicações. [5]

3.3 Relatório

3.3.1 Latex

É um sistema de composição tipográfica de alta qualidade; inclui funcionalidades destinadas à produção de documentação técnica e científica. O LaTeX é o padrão de fato para a comunicação e publicação de documentos científicos. Com este, a formatação deixa de ser uma preocupação do utilizador. [6]

3.4 Conclusões

Resumindo, neste capítulo foram apresentadas as tecnologias utilizadas no desenvolvimento do projeto. Nas próximas secções, será mostrado de que forma essas tecnologias foram aplicadas e qual foi a sua contribuição para o resultado alcançado neste trabalho.

Capítulo

4

Engenharia de Software

4.1 Introdução

Neste capítulo, o principal objetivo é fornecer detalhes sobre as decisões tomadas relativamente à estrutura e *design* da aplicação durante o seu processo de planeamento.

A primeira secção descreve a arquitetura do sistema *Smart Patch for COPD*, apresentando o projeto, os projetos que este envolve e como se relacionam.

Em seguida, são apresentados os requisitos da aplicação e, por fim, diversos diagramas que representam as ações que podem ser realizadas pelo utilizador durante a execução da aplicação.

4.2 Arquitetura de Sistema do *Smart Patch for COPD*

O objetivo desta secção será apresentar o projeto *Smart Patch for COPD*. Este deriva-se em outros projetos, desenvolvidos por diversos alunos, de licenciatura e mestrado. Para tal será feita uma breve descrição de dois projetos (ramificações do anterior), da área tecnológica, onde é explicada a contribuição de cada um para o sistema e a forma como estes interagem entre si e com o projeto-mãe.

Na figura 4.1 está presente uma representação da arquitetura do sistema, onde se pode visualizar todas as componentes que o constitui e as respetivas interações presentes. Para simplificar, foi utilizado um esquema de cores para legendar os diferentes módulos. Assim, a azul encontram-se representados os módulos constituintes do trabalho do autor e a roxo os módulos pertencentes a outro aluno.

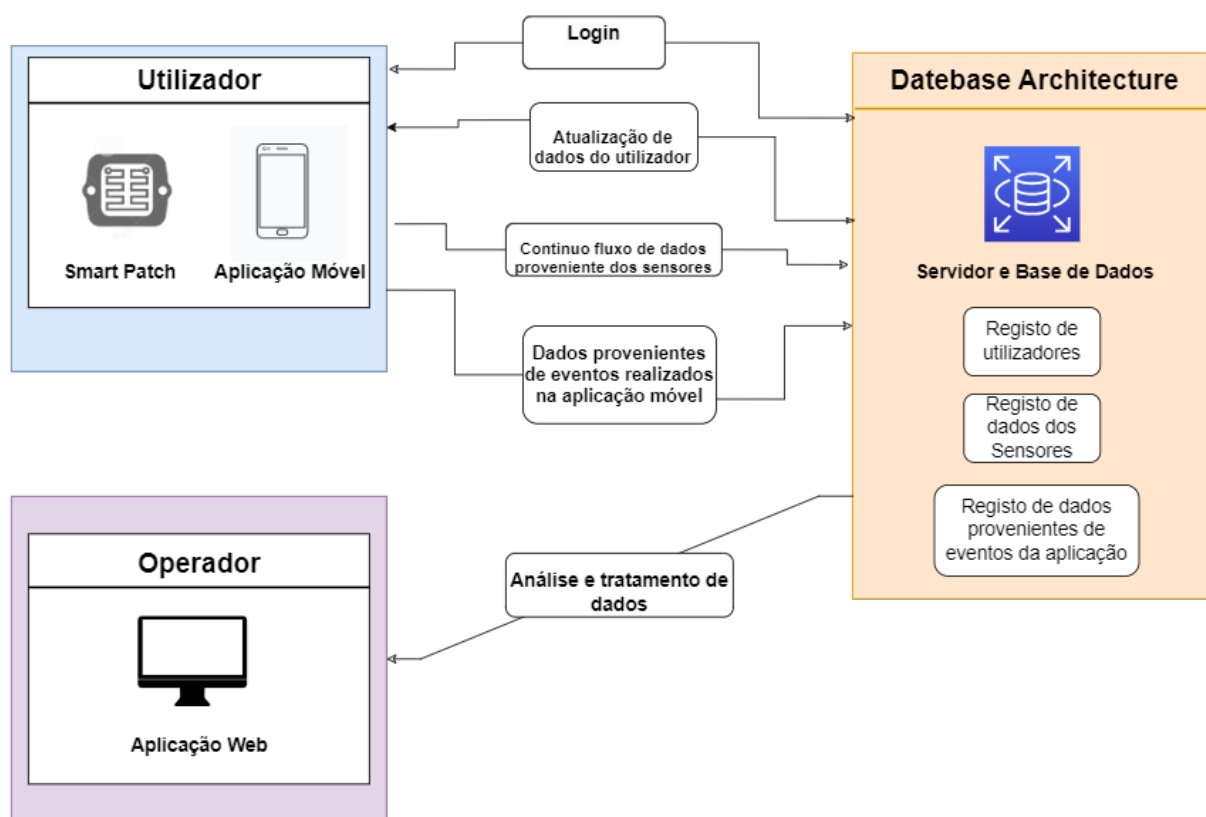


Figura 4.1: Arquitetura de Sistema do *Smart Patch for COPD*

4.2.1 *Smart Patch COPD*

Este projeto foi estabelecido no âmbito do Grupo Engenharia e Saúde (GES) da Universidade da Beira Interior (UBI), e consiste num sistema de gestão remoto de pacientes. É um projeto candidato no Concurso para Projetos de Investigação e Desenvolvimento em Todos os Domínios Científicos - 2022 organizado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (FCT) [7].

Este projeto é sustentado por uma aplicação móvel, da responsabilidade do autor, e por uma aplicação web. Estas duas componentes da arquitetura, não trocam dados entre si, comunicando só com a base de dados. Sendo assim, podemos dividir as interações com o servidor em duas categorias: interações Aplicação Móvel - Servidor e interações Aplicação Web - Servidor

4.2.1.1 *Smart Patch COPD - Interação entre Aplicação Móvel - Servidor*

Na categoria, Aplicação Móvel - Servidor, consideramos os seguintes eventos:

- Envio de dados para atualizar as informações do utilizador.
- Envio de dados para armazenar as informações recolhidas pelos sensores.
- Envio de dados de forma a avaliar o estado de saúde do doente em determinado instante.

4.2.1.2 *Smart Patch COPD - Interação entre Aplicação Web - Servidor*

Na categoria, Aplicação Web - Servidor, consideramos os seguintes eventos:

- Tratamento e análise de dados recolhidos na base de dados

4.3 Análise de Requisitos

Nesta secção serão identificados e descritos os requisitos funcionais e não funcionais da aplicação desenvolvida para este projeto. Graças a esses requisitos, é possível realizar um estudo das necessidades do utilizador e definir objetivos para o desenvolvimento da aplicação.

4.3.1 Requisitos Funcionais da Aplicação Móvel

Foram definidos os seguintes requisitos funcionais tendo em conta as necessidades dos doentes:

[RF 01] - Verificação de Sessão Iniciada: Ao abrir a aplicação, a aplicação deve verificar se o doente já se encontra com sessão iniciada. Se tiver, o utilizador é levado para a página principal, caso contrário é redirecionado para a página de autenticação.

[RF 02] - O sistema deve permitir que o utilizador faça *login* com um *email* e uma *password*. Estas informações devem depois ser validadas fazendo um pedido de ligação à base de dados, e contrastando estas com as presentes na mesma. Caso o processo de autenticação seja favorável, o utilizador deve ser direcionado para a página principal, caso contrário aparecerá uma mensagem de erro no ecrã e o utilizador deverá repetir o processo.

[RF 03] - Na página de *login* deve existir um botão que direcione o utilizador para a página de registo da aplicação móvel, que deve ter os campos habituais mais a:

[RF 03-1] - Severidade da DPOC (não obrigatório)

[RF 03-2] - Data de nascimento

[RF 04] - A aplicação deverá ter uma barra de navegação com as seguintes funcionalidades: "Página Inicial", "Perfil", "Partilha", "Sobre nós".

[RF 04-1] - Na aba "Página Inicial", deverá remeter o doente para a página inicial da aplicação

[RF 04-2] - Na aba "Perfil", deverá conter as informações do doente como: "Nome Completo", "Email", "Data de Nascimento no formato MÊS/dd/a-aaa", "Altura (cm)", "Peso (kg)", "Severidade da DPOC", "Reset Password"

[RF 04-3] - Na aba "Partilha", deverá dar a possibilidade de doente partilhar o *link* da *Play Store* da aplicação num meio por ele selecionado.

[RF 04-4] - Na aba "Sobre nós", irá remeter o utilizador para uma página da aplicação web associada a outro projeto complementar a este, que fornecerá as devidas informações.

[RF 05] - A página inicial deve conter as seguintes funcionalidades:

[RF 05-1] - Questionário "Como se sente hoje?"

[RF 05-2] - Índice de controlo da DPOC.

[RF 05-3] - Valores do Sensor.

[RF 05-4] - Exercícios Físicos.

[RF 05-5] - Medicação.

[RF 05-6] - Chat com um *Virtual Healthcare Provider*.

[RF 06] - Na janela "Questionário - Como se sente hoje?", deverá ser possível o doente responder a 4 perguntas integradas no questionário *COPD Assessment Test* (CAT) [8] e quando este for concluído, fornecer 4 instruções consoante o resultado do mesmo

[RF 07] - Na página inicial deverá ser exibido o "Índice de controlo da DPOC". Este deverá ser deduzido mediante os sintomas respiratórios, usos de corticosteroides, uso dos outros medicamentos, hospitalização/intubação/uso de oxigénio, valores das variáveis medidas pelo sensor nas últimas 24 horas, *score* do último questionário CAT feito pelo doente e o resultado dos testes físicos feitos na aplicação.

[RF 08] - Na página "Valores do Sensor" deve ser exibido a média de valores, nas últimas 24 horas, recolhidos pelo sensor de cada umas das variáveis: Pressão Parcial de O₂ (PaO₂), Pressão Parcial de CO₂ (PaCO₂), Frequência Respiratória e Temperatura. Os valores devem ser agrupados por intervalos de horas de modo a dar maior importância a valores mais recentes: A enumeração seguinte é respetiva às últimas horas:

- a) 24h - 18h
- b) 18h - 12h
- c) 12h - 6h
- d) 6h - 0h

[RF 09] - Na página "Exercícios Físicos" deve ser possível escolher entre o Six Minute Walk Test (6MWT) [9] e o One Minute Sit to Stand Test (1MSTST) [10]. Depois da escolha, deverá ser mostrada uma página dedicada a cada um dos testes, com a discriminação do teste a ser efetuado, a sua descrição, protocolo

a ser seguido, botão de *Start* e de *Reset* e ao fim de destes serem concluídos, os resultados obtidos pelo doente.

[RF 09-1] - No 6MWT deverá ser possível a aplicação contar os passos do doente autonomamente (através do acelerómetro do dispositivo móvel).

[RF 010] - Na página "Medicação" deve ser possível o doente pesquisar o nome de determinado medicamento, adicioná-lo à sua lista ou remover determinado medicamento da mesma. Cada medicamento exibido, será acompanhado de uma foto, e uma breve descrição. A lista de medicamentos para escolha será acedida através do requisito descrito abaixo.

[RF 011] - Interoperabilidade: integração com sistemas de saúde. A aplicação deverá seguir o padrão de dados de saúde de acordo com o *Fast Healthcare Interoperability Resources* (FHIR) [11] de forma a facilitar a partilha de informações de saúde entre sistemas de informação de saúde.

[RF 11-1] - Aceder a informações sobre medicamentos e dosagens permitindo que os pacientes tenham uma melhor compreensão dos medicamentos que estão a tomar e como eles afetam a sua condição.

[RF 11-2] - Armazenamento de dados num formato FHIR e compartilhados com o sistema de saúde do paciente ou com um profissional de saúde específico.

[RF 11-3] - Aceder a informações médicas dos pacientes, como quadro clínico, usos de corticosteroides, uso dos outros medicamentos, hospitalização/intubação/uso de oxigénio. A aplicação móvel irá aceder a essas informações usando *Application Programming Interface* (API) FHIR disponível no *Electronic Health Records* (EHR).

[RF 012] - Na janela Chat com um *Virtual Healthcare Provider*, deverá ser permitido ao doente escrever uma pergunta e aguardar a sua resposta e posterior exibição na mesma página. Esta resposta será obtida através do requisito abaixo descrito.

[RF 013] Comunicação: Permitir que os pacientes comuniquem com profissionais de saúde e recebam feedback ou vice-versa.

[RF 13-1] - Integrar um *Virtual Healthcare Provider* através de uma API do ChatGPT de forma ao paciente ter respostas rápidas a questões momentâneas sobre a sua condição.

[RF 13-2] - Partilhar diversos resultados provenientes da aplicação com o seu médico através de um Portable Document Format (PDF) no qual devem

estar discriminados os resultados do doente em determinada atividade da aplicação.

[RF 014] Na barra de navegação, ao clicar no botão *Logout*, a aplicação deve terminar a sessão do utilizador e redirecionar este para a página de *login*. Da próxima vez que abrir a aplicação deverá ser remetido para a página de *login*.

4.3.2 Requisitos Não Funcionais da Aplicação Móvel

Foram definidos os seguintes requisitos não funcionais, categorizados, segundo o padrão de aplicações móveis relacionadas à área da saúde.

[RNF 01] - Usabilidade

[RNF 01-1] - A aplicação deve ser suportada por qualquer smartphone, com sistema operativo Android, com versão 12.0 ou superior.

[RNF 02] - Acessibilidade

[RNF 02-1] - A aplicação deverá ser projetada para ser acessível a pessoas com deficiência. De forma a particularizar algumas deficiências, a aplicação deverá dar acesso a texto que se complete com cores e deverá também ter uma opção de aumento/diminuição das letras da mesma.

[RNF 02-2] - A aplicação deverá dar a opção de escolher o idioma entre o português e o inglês.

[RNF 03] - Segurança

[RNF 03-1] - A aplicação deve pedir credenciais de autenticação sempre que o utilizador não se encontre já autenticado.

[RNF 03-2] - As credenciais devem ser compostas por um *email* válido e uma palavra-passe.

[RNF 03-3] - A palavra-passe deve ser encriptada usando a biblioteca *BCrypt*. Deve-se gerar um "*salt*" aleatório e, em seguida, gerar o hash da senha fornecida através da função *bcrypt* que é baseada numa versão modificada do algoritmo de criptografia *Blowfish*. Irá ser então guardada, a concatenação do *hash* da palavra-passe com o *salt* gerado.

[RNF 04] - Privacidade - Para assegurar a privacidade do doente, a aplicação deverá encriptar o nome deste de forma a não ser possível associá-lo a dados sensíveis presentes na base de dados.

[RNF 05] - Eficiência - Os pedidos entre a aplicação e a cloud onde está armazenada a base de dados não devem ser demorosos.

4.4 Casos de Uso

Na figura 4.2 é de notar que o delegado das ações irá ser o Utilizador, e também que existem oito casos em que este irá interagir com a aplicação. É depois apresentada uma tabela, para cada um destes casos, onde é descrito o ator, as pré-condições, os dados e a descrição de cada um.

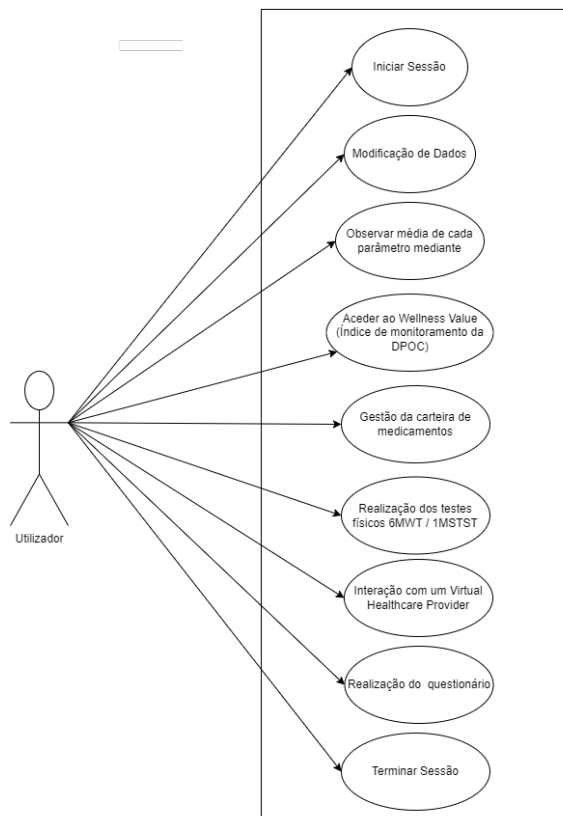


Figura 4.2: Diagrama de Casos de Uso

Nome	Início de Sessão
Ator	Utilizador
Pré-condições	Utilizador já se encontrar registado na base de dados da aplicação
Dados	<i>Email e Password</i>
Descrição	São apresentadas duas caixas de texto onde o utilizador colocará o email e a palavra passe, respetivamente. Por baixo é apresentado um botão denominado de <i>Login</i> e um texto com uma palavra " <i>here</i> " que remete à pagina de registo. Ao clicar no botão <i>Login</i> é feito um pedido de acesso à base de dados, capturada a palavra-passe e <i>email</i> deste utilizador e por fim o processo de autenticação, com a palavra passe encriptada. Por outro lado, ao clicar em Registrar, o utilizador é envidado para a janela de registo da aplicação.

Tabela 4.1: Caso 1 - Iniciar Sessão

Nome	Modificação de Dados
Ator	Utilizador
Pré-condições	N/A
Dados	<i>Email</i> e/ou <i>Antiga Password</i> e/ou <i>Password</i> e/ou <i>Peso</i> e/ou <i>Altura</i> e/ou <i>Data de Aniversário</i> e/ou <i>Severidade da DPOC</i> e/ou <i>Nova Password</i>
Descrição	É apresentada uma página que disponibiliza as informações do perfil do utilizador e uma opção de <i>reset</i> de mudança palavra passe em caixas de visualização clicáveis. Quando clicadas estas redirecionam o utilizador para uma nova página com uma caixa de texto / botão (escolha de data) para serem introduzidos os novos dados. Caso clique na caixa de <i>reset</i> de palavra-passe irá ser remetido para uma página com duas caixas de texto, uma para colocar a palavra passe antiga e outra para colocar a nova palavra-passe, e um botão de submeter a nova palavra-passe, que ao clicar neste, irá verificar se a palavra-passe antiga encriptada corresponde à introduzida pelo utilizador e caso não seja, aparece uma mensagem de duração temporária no ecrã do utilizador com a informação de que a palavra-passe antiga introduzida não corresponde à palavra-passe do utilizador

Tabela 4.2: Caso 2 - Modificação/Atualização de dados

Nome	Observar média de cada parâmetro mediante valores do sensor
Ator	Utilizador
Pré-condições	N/A
Dados	PaCO2, PaO2, Temperatura e Frequência respiratória
Descrição	É apresentada uma página que no topo/-centro tem informação do ano/mês/dia horas:minutos:segundos:milissegundos, em baixo tem quatro caixas de visualização referentes aos parâmetros medidos pelo sensor, PaCO2, PaO2, Temperatura e Frequência respiratória, respetivamente. Em cada caixa é exibido o valor médio de cada parâmetro nas últimas 24 horas.

Tabela 4.3: Caso 3 - Observar média de cada parâmetro mediante valores do sensor

Nome	Aceder ao <i>Wellness Value</i> (Índice de monitoramento da DPOC)
Ator	Utilizador
Pré-condições	Dois registos de cada teste físico efetuado, um registo de questionário efetuado, quatro registos de valores por parâmetro do sensor.
Dados	Valor quantitativo dos testes físicos, valor quantitativo do último questionário, valor quantitativo das medidas do sensor.
Descrição	Na janela principal da aplicação, por meio de uma barra de progressão com cores, desde o vermelho, amarelo, até ao verde, irá ser representado, de forma crescente, o <u>índice de controlo da DPOC</u> em determinado paciente. Com esta barra de progressão estará também uma caixa de texto com o percentual pela barra representado e um botão que ao ser carregado irá dar em forma de <i>pop-up</i> a informação de como é deduzido, de forma simplificada, este índice ao utilizador.

Tabela 4.4: Caso 4 - Aceder ao *Wellness Value* (Índice de monitoramento da DPOC)

Nome	Gestão da carteira de medicamentos
Ator	Utilizador
Pré-condições	N/A
Dados	N/A
Descrição	Nesta página, será apresentado uma fotografia do primeiro medicamento da lista da carteira de medicamentos do doente (caso já tenha adicionado pelo menos um medicamento), assim como uma breve descrição informativa deste. Em cima da fotografia, estará um botão, que ao ser clicado remove o medicamento da lista. Em baixo da descrição, estará outro botão que irá remeter o utilizador para uma barra de pesquisa de forma a poder pesquisar por determinado medicamento pretendido.

Tabela 4.5: Caso 5 - Gestão da carteira de medicamentos

Nome	Realização dos testes físicos (6MWT e/ou 1MSTST)
Ator	Utilizador
Pré-condições	N/A
Dados	N/A
Descrição	Na janela do 6MWT e do 1MSTST será apresentado um título no topo/centro da página, descritivo do teste físico que a página representa. Mais em baixo, uma definição prática do teste, e duas instruções para se fazer cumprir o protocolo destinado a cada teste. De seguida, serão apresentados dois botões, <i>Start</i> e <i>Reset</i> , em que o primeiro dá início ao teste e o segundo que cancela o teste no momento. É apresentado depois, uma caixa de visualização de texto com o tempo (descrito por horas/minutos/segundos) e um botão de retoma à página de menu dos exercícios físicos. Após cinco segundos da ação de clicar no botão <i>Start</i> , a aplicação fará o telemóvel vibrar, assim como quando o teste acabar o telemóvel vibrará de novo, e será exibido três e duas, respetivamente, caixas de texto com a informação estatística de cada teste, número de passos / distância / percentagem do teste e número de ciclos de levantar-sentar / percentagem do teste, respetivamente.

Tabela 4.6: Caso 6 - Realização dos testes físicos (6MWT e/ou 1MSTST)

Nome	Interação com <i>Virtual Healthcare Provider</i>
Ator	Utilizador
Pré-condições	N/A
Dados	N/A
Descrição	Nesta janela será apresentada uma caixa de texto de, forma ao utilizador poder inserir a sua pergunta, e uma caixa de texto de tamanho maior para que o utilizador possa ver, assim que disponível, a resposta à mesma. É dada a indicação que as resposta do <i>Virtual Healthcare Provider</i> poderão ser erradas.

Tabela 4.7: Caso 7 - Interação com *Virtual Healthcare Provider*

Nome	Realização do questionário
Ator	Utilizador
Pré-condições	N/A
Dados	N/A
Descrição	Este questionário irá ser representado em cinco janelas diferentes, quatro delas são para as perguntas e uma para a parte estatística do teste. Em cada janela de perguntas, irá ser apresentada a pergunta que lhe é pertencente por meio de uma caixa de visualização, assim como um <i>slide</i> com cinco níveis. Por baixo deste <i>slide</i> , estará uma caixa de visualização em forma de retângulo que altera a sua cor de fundo e o seu texto consoante o nível selecionado pelo doente. Na janela das estatísticas estará, um <i>emoji</i> de expressão facial consoante o desempenho do doente no questionário, o nível de impacto (parâmetro do CAT, e cinco instruções para o mesmo.

Tabela 4.8: Caso 8 - Realização do questionário

Nome	Terminar Sessão
Ator	Utilizador
Pré-condições	N/A
Dados	N/A
Descrição	Esta ação irá eliminar os dados armazenados (credenciais de início de sessão) no dispositivo móvel, e o utilizador irá ser redirecionado para a página de <i>login</i> .

Tabela 4.9: Caso 8 - Realização do questionário

4.5 Diagrama de Atividades

Os diagramas de atividade mostram como os eventos num caso de utilização se relacionam entre si ou como uma coleção de casos de utilização se coordena para representar um fluxo de atividades do sistema.

O diagrama representado na figura 3.5 ilustra o fluxo das ações entre as atividades da aplicação. Ao iniciar esta, o utilizador irá ser levado para uma de duas atividades: se já se encontrar autenticado será levado para a Página Principal, caso contrário será redirecionado para a página de Login. Nesta última, o utilizador terá que inserir os dados que utilizou no processo de registo, que depois serão verificados com os dados já presentes no servidor da base de dados. Caso ainda não se tenha registado, o utilizador poderá fazê-lo ao clicar na palavra *here*, que o redirecionará para uma nova página destinado ao registo de novos utilizadores. Após uma autenticação validada, o utilizador é então direcionado para a Página Principal.

Na atividade Página Principal, o utilizador poderá aceder a todas as funcionalidades da aplicação, e partindo desta, poderá interagir as seguintes atividades:

- Editar dados - Nesta atividade o utilizador poderá visualizar as informações guardadas no seu perfil, atualizá-las e adicionar novos dados que não eram possíveis de adicionar no processo de registo como o peso e a altura. É também possível, alterar a palavra-passe tendo o utilizador que inserir a atual corretamente. Todas as modificações são armazenadas na base de dados.
- Ver média de valores em tempo real - Nesta atividade o utilizador poderá visualizar os valores médios recebidos pelo sensor, por parâmetro, nas últimas 24 horas.
- Ver *Wellness Value* (Índice de controlo da DPOC) - Esta funcionalidade permite ao doente ter acesso a um índice de controlo da sua doença em formato de percentagem. Este é mostrada cada vez que o utilizador entra na Página Principal, enviando um *request* ao servidor de forma a obter a percentagem de cada parâmetro que formula o índice.
- Realização do questionário - Nesta atividade, o utilizador irá responder a um questionário que depois irá ser guardado no servidor da base de dados (*Score, Impact Level*).
- Realização de testes físicos (6MWT e/ou 1MSTST) - Nesta atividade, o utilizador terá a possibilidade de fazer testes físicos em que no final dos mesmos irá ser guardado o resultado e as variáveis pertinentes à avaliação dos mesmos no servidor.

- Terminar Sessão - Nesta opção, a aplicação irá eliminar da memória toda a informação (*email* e representação da *password*) do utilizador, e este será redirecionado para a Página de Login.

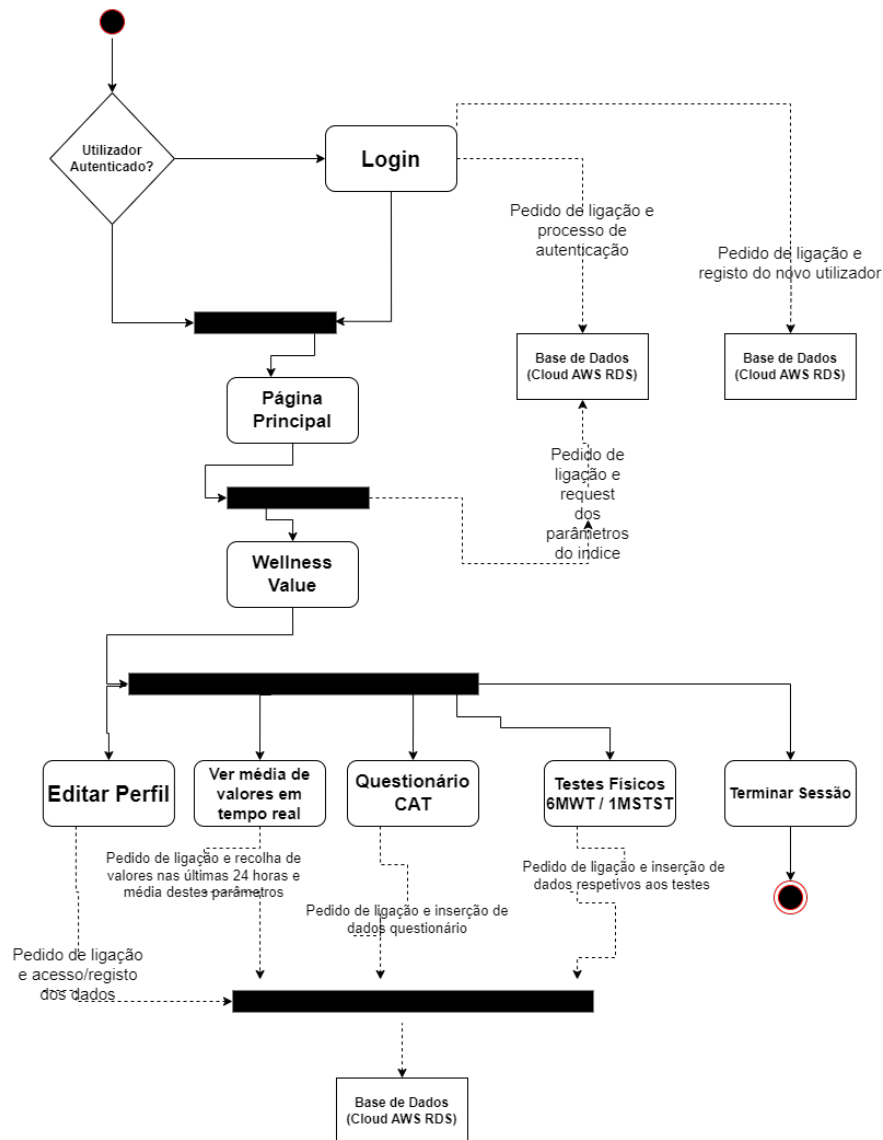


Figura 4.3: Diagrama de Atividades

4.6 Modelação da Base de Dados

Os modelos de base de dados são úteis porque fornecem estruturas e padrões para armazenar, organizar e manipular dados. Entre as diversas utilidades destes, destaca-se a organização estruturada; relacionamento entre dados; integridade dos dados; escalabilidade.

Sendo assim, nesta secção é apresentado o Diagrama Entidade-Relação e o Esquema Relacional da aplicação móvel.

4.6.1 Diagrama Entidade-Relação

O Diagrama Entidade-Relação (ERD, do inglês *Entity-Relationship Diagram*) é uma representação gráfica que descreve as entidades (objetos), os atributos (propriedades) e os relacionamentos entre entidades num modelo de dados. Na figura 4.4 verifica-se que existem 6 entidades: *QuestionnaireSOS*, *Patient*, *Medication*, *Sensors*, *6MWT*, *1MSTST*.

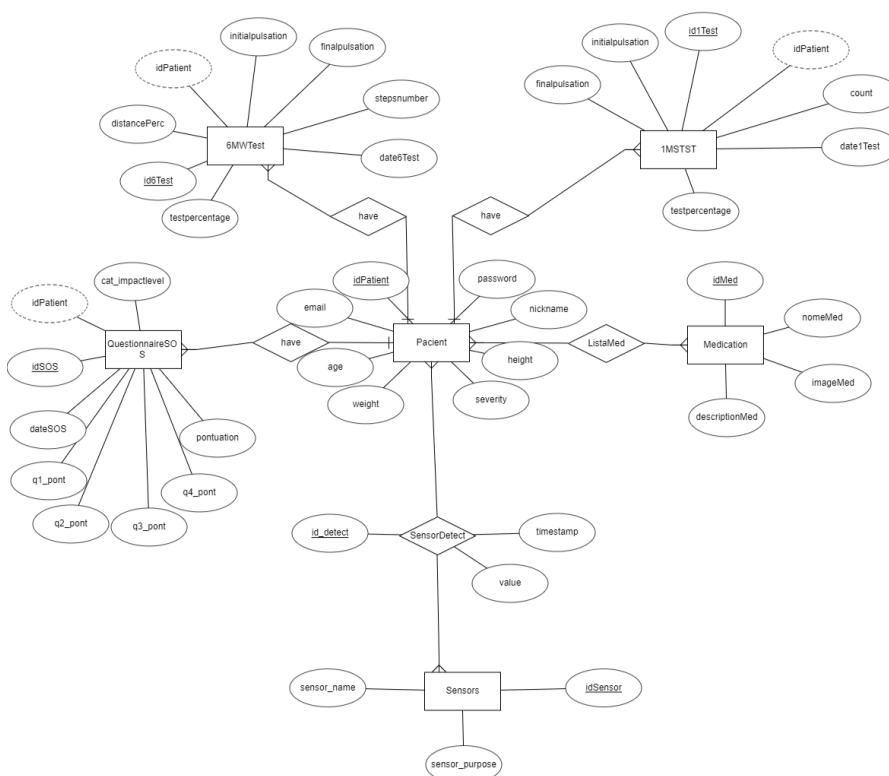


Figura 4.4: Diagrama Entidade-Relação da Aplicação Móvel

4.6.2 Esquema Relacional

Um esquema relacional descreve a estrutura, as tabelas e as relações entre as entidades numa base de dados relacional. Um esquema relacional é representado por meio de tabelas, onde cada tabela representa uma entidade e as colunas representam os atributos dessa entidade. Na figura 4.5 é de notar que a estrutura da base de dados é composta por oito tabelas.

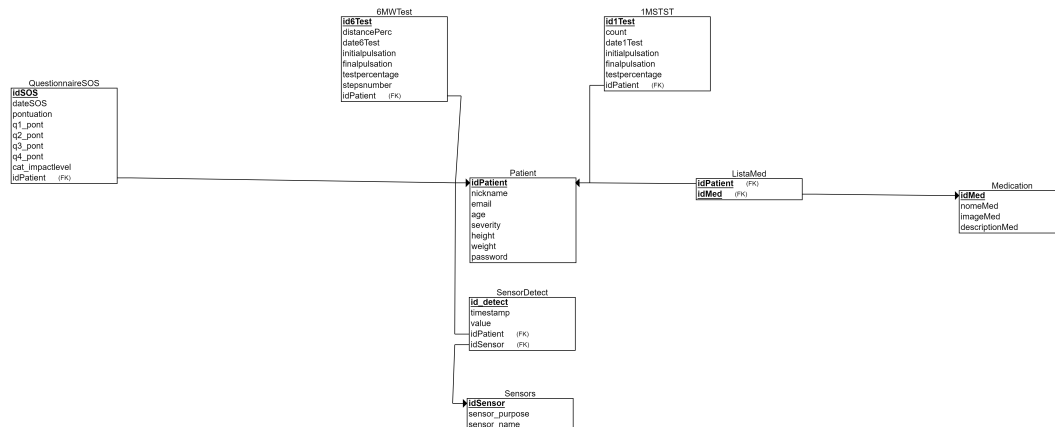


Figura 4.5: Esquema Relacional da Aplicação Móvel

4.7 Conclusões

A planificação deste capítulo resultou no desenvolvimento do trabalho, que está exposto nas próximas secções. No próprio documento, este capítulo contém todas as informações essenciais para compreender as funcionalidades disponíveis na aplicação móvel.

Construção, Demonstração e Testes da Aplicação Móvel

5.1 Introdução

Este capítulo tem como foco os requisitos apresentados nos capítulos anteriores, a demonstração da aplicação e apresentação dos resultados dos testes feitos ao algoritmo de contagem de passos utilizado no 6MWT com as devidas conclusões.

5.2 Detalhes da Construção

5.2.1 Registo e Autenticação de Utilizadores

Nesta secção é descrito o processo de registo e o processo de autenticação desenvolvido. De notar que, caso o utilizador não tenha conta na aplicação deverá proceder ao processo de registo usando o botão presente na palavra *"here"* na atividade *login*, que o redirecionará para a atividade *registo*.

Para se registar o utilizador, deverá inserir: um *email*; uma *password*; repetição da *password* escolhida; a sua data de nascimento. Ao pressionar o botão *Register*, os dados serão armazenados na base de dados, na tabela *Patient*.

A tabela *Patient* irá conter uma representação da palavra-passe (*hash*) e, ao lado, o respetivo *"salt"* adicionado à mesma, de forma a evitar ataques de dicionário, ilustrado na figura 5.1. Neste processo foi utilizada a classe *BCrypt* da biblioteca *jBCrypt*. O processo de encriptação da *password* divide-se então em duas fases:

1. Gerar um *salt* aleatório.
2. Concatenar esse *salt* com a representação *hash* da palavra-passe de utilizador.

De seguida, será apresentado o modo como este processo foi concretizado e o seu efeito na tabela *Patient* da base de dados:

```
String salt = BCrypt.gensalt();
String hashedPassword = BCrypt.hashpw(password, salt);
```

Excerto de Código 5.1: Encriptação da palavra-passe

id	email	password	salt
22	mail2@gmail.com	\$2b\$10\$cGGysv...	6d3b27dda4e60...
17	mail@gmail.com	\$2b\$10\$aRULTf...	27eb8475315ad...
23	joana@gmail.com	\$2b\$10\$WShjT...	aa9beb923421d...

Figura 5.1: Armazenamento da palavra-passe na base de dados

No processo de autenticação, o utilizador deverá inserir o *email* e a *password* utilizados aquando o seu processo de registo.

No sub-processo de verificação de autenticação, a aplicação irá consultar o *salt* associado a determinado email e concatena o mesmo com a representação *hash* da palavra-passe pelo utilizador introduzida no ato de *login*. Compara a representação da palavra-passe de um dado *email* com a obtida no ato e valida ou não o processo de autenticação.

De seguida será mostrado a validação no processo de autenticação:

```
PreparedStatement pstmt = conn.prepareStatement("SELECT * FROM Patient WHERE
    email = ?");
    pstmt.setString(1, email);
    ResultSet rs = pstmt.executeQuery();
    Log.e(TAG, pstmt.toString());
    if (rs.next()) {
        String salt = rs.getString("salt");
        patientNameLogged = rs.getString("name");
        patientEmailLogged = email;
        String hashedPassword = BCrypt.hashpw(password, salt);
        if (hashedPassword.equals(rs.getString("password"))) {
            return true;
        }
    }
}
```

Excerto de Código 5.2: Processo de autenticação do utilizador

5.2.2 Armazenamento de Dados de Sessão do Utilizador

De forma a manter uma sessão iniciada foram utilizadas as *SharedPreferences*. Este método serve para guardar tipos primitivos de dados o que se adequa na perfeição a esta funcionalidade visto que iremos querer guardar dados simples como *strings* que representam, respetivamente, o *email* e a *password*. No trecho de código seguinte demonstra-se como foi implementado o armazenamento de dados após ter sido feita uma autenticação válida por parte do utilizador.

```
SharedPreferences sharedPreferences = getSharedPreferences("MyPrefs", Context.MODE_PRIVATE);
SharedPreferences.Editor editor = sharedPreferences.edit();

Log.e(TAG, "Saved: " + patientEmailLogged + patientNameLogged);
editor.putString("email", patientEmailLogged);
editor.putString("password", editTextPassword.getText().toString());
editor.putString("name", patientNameLogged);
editor.commit();
```

Excerto de Código 5.3: Armazenamento do email e palavra-passe nas *SharedPreferences*

Para ter acesso aos dados guardados foi implementado o seguinte trecho de código:

```
SharedPreferences sharedPreferences = getSharedPreferences("MyPrefs", Context.MODE_PRIVATE);
patientLoggedEmail = sharedPreferences.getString("email", "");
patientLoggedName = sharedPreferences.getString("name", "");
```

Excerto de Código 5.4: Acesso aos dados de autenticação através de *SharedPreferences*

Por fim, é importante referir que os dados armazenados serão eliminados quando o utilizador terminar a sua sessão. Para se autenticar novamente, terá que introduzir novamente as suas credenciais na página de *login*.

5.2.3 Análise dos Valores Emitidos Pelo *Patch*

Esta funcionalidade permite ao doente observar o valor médio, por parâmetro, dos valores obtidos nas últimas 24 horas pelo *patch* sensorial.

Para aceder a esta funcionalidade, basta clicar no botão *Sensor Shot*, presente na Página Principal. Ao fim deste clique, irá ser remetido para a atividade que irá disponibilizar cada valor médio com a informação de que parâmetro representa.

Nota: Nesta atividade é também dada a possibilidade de o utilizador anotar os seus registos, por parâmetro, de forma não automatizada, para poder juntar estes aos já recolhidos pelo sensor.

Para implementar esta funcionalidade foi necessário estabelecer conexão com a base de dados e recolher os valores dados por um determinado sensor (correspondente a um certo parâmetro) num intervalo de horas.

De modo a facilitar a compreensão, no trecho de código 5.5 é ilustrado o *query* envolvente no processo de recolha dos valores associados ao intervalo das últimas 24 horas às últimas 18 horas.

```
String sql24 = "SELECT value FROM sensordetect WHERE idsensor = ? AND idpatient  
= ? AND timestamp >= NOW() - INTERVAL '24 hours' AND timestamp <= NOW() -  
INTERVAL '18 hours'";
```

Excerto de Código 5.5: Query para recolha dos valores no intervalo das últimas 24 horas às últimas 18 horas

Este *query* é utilizado com um ciclo *for* que a cada iteração altera o *id* do sensor para mudar a recolha dos valores para outro parâmetro (cada parâmetro está associado a um sensor). O retorno deste *query* é um tabela com uma coluna e uma ou mais linhas com determinando valor/valores recolhido/recolhidos. A cada pesquisa nesta tabela é retirado o valor e adicionado a um *array* que contém todos os valores recolhidos de um certo intervalo de horas de uma certa variável. O próximo excerto de código ilustra o tratamento do *query* para recolha dos valores da frequência respiratória no intervalo das últimas 24 horas às últimas 18 horas.

```
ArrayList<Integer> values = new ArrayList<>();  
ResultSet nested3ResultSet = statement.executeQuery();  
while (nested3ResultSet.next()) {  
    int value = nested3ResultSet.getInt("value");  
    values.add(value);  
}  
values24RespiratoryRate = values;
```

Excerto de Código 5.6: Análise do *query* para recolha dos valores da frequência respiratória no intervalo das últimas 24 horas às últimas 18 horas

O processo anteriormente descrito é repetido para o intervalo de horas que se sucede até chegar às últimas zero horas, e para as outras variáveis medidas.

5.2.4 Aconselhamento Imediato em Situações de Possível Exacerbação

Esta funcionalidade irá disponibilizar instruções ao doente conforme o seu estado no momento, mediante um questionário. Para aceder ao questionário, deverá clicar

no texto no topo da Página Principal que diz "*How do you feel today?*" Este questionário é baseado no questionário CAT, ilustrado na figura 5.2.

APPENDIX: CONTENT AND STRUCTURE OF THE FINAL CAT QUESTIONNAIRE

How is your COPD?

For each item below, place a mark (✓) in the box that best describes your experience.

Example: I am very happy

0	✓	1	2	3	4	5
---	---	---	---	---	---	---

 I am very sad

		SCORE						
I never cough	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	0	1	2	3	4	5	I cough all the time
0	1	2	3	4	5			
I have no phlegm (mucus) in my chest at all	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	0	1	2	3	4	5	My chest is completely full of phlegm (mucus)
0	1	2	3	4	5			
My chest does not feel tight at all	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	0	1	2	3	4	5	My chest feels very tight
0	1	2	3	4	5			
When I walk up a hill or one flight of stairs I am not breathless	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	0	1	2	3	4	5	When I walk up a hill or one flight of stairs I am very breathless
0	1	2	3	4	5			
I am not limited doing any activities at home	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	0	1	2	3	4	5	I am very limited doing activities at home
0	1	2	3	4	5			
I am confident leaving my home despite my lung condition	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	0	1	2	3	4	5	I am not at all confident leaving my home because of my lung condition
0	1	2	3	4	5			
I sleep soundly	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	0	1	2	3	4	5	I don't sleep soundly because of my lung condition
0	1	2	3	4	5			
I have lots of energy	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	0	1	2	3	4	5	I have no energy at all
0	1	2	3	4	5			

SCORE

--	--

Reproduced with permission from GlaxoSmithKline. GlaxoSmithKline is the copyright owner of the COPD Assessment Test (CAT). However, third parties will be allowed to use the CAT free of charge. The CAT must always be used in its entirety. Except for limited reformatting the CAT may not be modified or combined with other instruments without prior written approval. The eight questions of the CAT must appear verbatim, in order, and together as they are presented and not divided on separate pages. All trademark and copyright information must be maintained as they appear on the bottom of the CAT and on all copies. The final layout of the final authorised CAT questionnaire may differ slightly but the item wording will not change. The CAT score is calculated as the sum of the responses present. If more than two responses are missing, a score cannot be calculated; when one or two items are missing their scores can be set to the average of the non-missing item scores.

Figura 5.2: Representação do CAT

Esta atividade foi implementada, utilizando quatro perguntas do questionário acima, escolhidas em conjunto com o pessoal da Faculdade de Ciências da Saúde (FCS). Foram representados os níveis através de um *slide*. Cada nível do *slide* representa um nível de possível opção do doente. Há medida que o nível vai aumentando, é de notar que o retângulo que dá o *feedback* irá mudar o seu *background* para cores mais quentes.

```
switch (slideValue) {  
    case 0:  
        txtViewDescription.setText("Very Stable");  
        rectangle.setBackgroundResource(R.drawable.rounded_rectangle_verystable  
        );  
        btnConfirm.setClickable(true);  
        break;  
    case 1:  
        txtViewDescription.setText("Stable");  
        rectangle.setBackgroundResource(R.drawable.rounded_rectangle_stable);  
        btnConfirm.setClickable(true);  
        break;  
    case 2:  
        txtViewDescription.setText("Moderate");  
        rectangle.setBackgroundResource(R.drawable.rounded_rectangle_moderate);  
        btnConfirm.setClickable(true);  
        break;  
    case 3:  
        txtViewDescription.setText("Slightly Increased");  
        rectangle.setBackgroundResource(R.drawable.  
            rounded_rectangle_slightlyincreased);  
        break;  
    case 4:  
        txtViewDescription.setText("Significantly Increased");  
        rectangle.setBackgroundResource(R.drawable.  
            rounded_rectangle_signincreased);  
        break;  
}
```

Excerto de Código 5.7: Implementação do CAT no slide da aplicação

No trecho de código 5.7 é de notar a representação dos níveis de cada pergunta segundo os moldes do CAT e o *feedback* com a mudança de cor, de forma progressiva, para cores mais quentes, à medida que o nível do *slide* aumenta.

Após a realização do questionário, o utilizador irá ser remetido para uma página onde lhe é transmitido o *Impact Level* da DPOC no exato momento, segundo as respostas dadas previamente. É também dado esse *feedback* com um *emoji* classificador do desempenho do paciente no questionário, e uma lista de instruções adequada para que este baixe o seu *Impact Level*. Ainda é possível o doente enviar um PDF com o registo das respostas dadas e o resultado por via do *intent* ilustrado no trecho de código seguinte:

```
private void sendFileViaIntent(File file, String mimeType, String title) {  
    Uri fileUri = FileProvider.getUriForFile(this, "com.example.  
        copdmonitorapp", file);  
  
    Intent intent = new Intent(Intent.ACTION_SEND);
```



```
intent.setType(mimeType);
intent.putExtra(Intent.EXTRA_SUBJECT, title);
intent.putExtra(Intent.EXTRA_STREAM, fileUri);
intent.addFlags(Intent.FLAG_GRANT_READ_URI_PERMISSION); // Add this
line

startActivity(Intent.createChooser(intent, "Share file via..."));
}
```

Excerto de Código 5.8: Intent auxiliar ao envio do PDF

Já a função utilizada para gerar o PDF é ilustrada no trecho de código seguinte:

```
private File generatePDF(ArrayList<String> content) {
    File pdfFile = new File(getExternalFilesDir(Environment.
        DIRECTORY_DOCUMENTS), "my_questresults_file.pdf");

    try {
        PdfWriter writer = new PdfWriter(new FileOutputStream(pdfFile));
        PdfDocument pdfDoc = new PdfDocument(writer);
        Document document = new Document(pdfDoc);
        for (String string : content) {
            Paragraph p = new Paragraph(string);
            // Adjust the spacing before and after each paragraph
            p.setMarginTop(10);
            p.setMarginBottom(10);
            document.add(p);
        }
        document.close();
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }

    return pdfFile;
}
```

Excerto de Código 5.9: Função que cria um PDF

Esta função recebe uma *ArrayList* do tipo *String* que contém todas as frases que o PDF irá ter como conteúdo. Neste irá ser discriminado, por ordem:

1. Data e Hora
2. Nome do paciente
3. Email do paciente
4. Descrição da questão

5. Resposta do paciente
6. Resultado quantitativo do questionário

5.2.5 Ambiente Dedicado à Realização de Testes Físicos Subjacentes à Doença

Esta funcionalidade divide-se em duas atividades, que podem ser acedidas na página de Exercícios Físicos. Nesta é possível escolher um de dois caminhos, ou ir para página dedicada ao 6MWT ou para a página dedicada ao 1MSTST.

No primeiro caminho, é mostrado o protocolo a cumprir de modo à contagem da distância percorrida ser o mais certa possível assim como informações úteis à realização do teste. É disponibilizado um cronómetro, e dois botões, um de *Start* e um de *Reset* em auxílio à realização do teste. Para dar início ao 6MWT, procede-se ao clique no botão de *Start* e iram ser desencadeadas as seguintes ações, por ordem cronológica crescente:

1. Registo da pulsação antes de dar início ao teste.
2. Ao fim de cinco segundos, telemóvel vibra e o cronómetro começa a contar.
3. No decorrer do teste irão ser armazenados, num ficheiro Comma-Separated Values (CSV), os valores da norma da aceleração capturados, indiretamente, pelo sensor da aceleração integrado no dispositivo móvel.
4. Quando decorrer seis minutos, o telemóvel vibrará novamente dando o teste como finalizado.
5. Registar novamente a pulsação.
6. Exibição de informações como:
 - a) Número passos dados.
 - b) Distância percorrida.
 - c) Percentagem do teste.

Para a contagem dos passos foi utilizada uma função que retorna o número de passos dados segundo valores da norma da aceleração armazenados num ficheiro CSV denominado por 'dados_aceleracao.csv'.

```
private int countSteps() {  
    double threshold = 1.0;
```

```
Log.e(TAG, "Start looking at CSV File ...");
// Get the internal storage directory
File directory = getFilesDir();
// Create a file object for the CSV file
File file = new File(directory, "dados_aceleracao.csv");

try (BufferedReader br = new BufferedReader(new FileReader(file))) {
    Log.e(TAG, "Starts Counting!!!!");
    String line;
    double previousNormAcceleration = 0;
    int stepCount = 0;

    while ((line = br.readLine()) != null) {
        String[] data = line.split(",");
        double normAcceleration = Double.parseDouble(data[4]);

        if (previousNormAcceleration == 0) {
            previousNormAcceleration = normAcceleration;
            continue;
        }

        double variation = normAcceleration - previousNormAcceleration;

        if (variation >= threshold) {
            // Verifica se ocorreu uma varia o maior ou igual ao
            // limiar
            double nextNormAcceleration = 0;

            // Procura pelo pr ximo valor de norma de acelera o
            while ((line = br.readLine()) != null) {
                data = line.split(",");
                nextNormAcceleration = Double.parseDouble(data[4]);

                if (nextNormAcceleration < normAcceleration) {
                    break;
                }
            }

            if (nextNormAcceleration < normAcceleration) {
                stepCount++;
            }
        }

        previousNormAcceleration = normAcceleration;
    }

    return stepCount;
} catch (IOException e) {
    e.toString();
}
```

```
    }  
    return stepCount;  
}
```

Excerto de Código 5.10: Função que conta os passos segundo valores da norma da aceleração armazenados num ficheiro CSV

Esta função analisa a norma de aceleração anterior e posterior ao valor a analisar no momento, se houver um acréscimo de entre o anterior e o atual, e se houver um decréscimo no posterior relativamente ao atual também, é considerado um passo.

De notar que a distância é calculada a partir de que a distância percorrida em metros por "n" passos na realidade pode variar dependendo de vários fatores, como o comprimento médio de cada passo, o terreno em que se caminha e o tamanho individual de cada passo. No entanto, como uma estimativa geral, é possível usar uma média aproximada de 0,8 metros por passo.

Portanto, a fórmula simplificada, em metros, usada para deduzir a distância foi:

$$distância(m) = Número de passos * 0,8 \quad (5.1)$$

No segundo caminho, são mostradas as instruções a seguir para o 1MSTST ser o mais expressivo possível. É disponibilizado tudo o que é disponibilizado no teste anteriormente descrito, e o desencadeamento de ações é também o mesmo com as devidas alterações. Nas ações, apresentam-se, por ordem cronológica crescente:

1. Registo da pulsação antes de dar início ao teste.
2. Ao fim de cinco segundos, telemóvel vibra e o cronómetro começa a contar.
3. Quando decorrer um minuto, o telemóvel vibrará novamente dando o teste como finalizado.
4. Registrar novamente a pulsação e o número de ciclos *sit and stand* efetuados.
5. Exibição de informações como:
 - a) Número de ciclos *sit and stand*.
 - b) Percentagem do teste.

A percentagem dada, em cada um dos testes, irá ser detalhada na subsecção 5.2.6, evidenciado o raciocínio por detrás desta avaliação quantitativa.

5.2.6 *Wellness Value* - Índice de Controlo da Doença

Um dos principais objetivos desta aplicação é o doente poder monitorizar a sua doença, prevendo situações de exacerbação, ou pelo menos, diminuir a probabilidade de estas acontecerem. Foi então necessário implementar um índice de controlo, de forma a poder transmitir ao doente o seu estado de saúde em determinado momento.

Para isso foi definida uma fórmula que, serviu de mote para a fórmula adequada à aplicação. A fórmula conceitual constitui então os seguintes elementos:

1. Sintomas respiratórios.
2. Usos de corticosteroides.
3. Uso dos outros medicamentos como: inalador; nebulizador; medicação oral; antibióticos.
4. Hospitalização/ Intubação / Uso de oxigénio.
5. Score do questionário CAT.
6. Testes físicos (6MWT, 1MSTST).

A sua implementação não foi possível devido ao estado retrógrado da compatibilidade de aplicações móveis com o Serviço Nacional de Saúde (SNS).

Sendo assim, criou-se uma fórmula adequada à aplicação, com parâmetros oriundos de atividades realizadas na mesma pelo utilizador. A fórmula é então constituída pelos seguintes parâmetros com os respetivos pesos discriminados:

1. Variáveis do sensor - 40%.
2. Testes físicos - 30%.
3. Questionário - 30%.

De forma a analisar a fórmula, parâmetro a parâmetro, surgem as próximas secções que se destinam à explicação de como irá ser atribuída uma percentagem a cada parâmetro. A seguir virá a secção que explica como estas percentagens se unem para criar o *wellness value*.


5.2.6.1 Variáveis do Sensor

A avaliação desta componente consistiu no seguinte:

1. Recolha dos valores nas últimas 24 horas, por intervalos de tempo e por parâmetro. Na lista seguinte demonstram-se os intervalos de tempo e o peso atribuído a cada um deles
 - a) 24h - 18h -> 0.10%
 - b) 18h - 12h -> 0.15%
 - c) 12h - 06h -> 0.20%
 - d) 06h - 00h -> 0.55%

De notar que a partição das últimas 24 horas em intervalos tem como finalidade dar mais importância (peso) aos valores recolhidos mais recentemente em detrimento dos mais antigos.

2. Cálculo da média de cada variável por intervalo de tempo, (para que a aplicação se ajuste a haver mais que um valor num determinado intervalo), e dado uma avaliação quantitativa a esse valor médio da seguinte forma, apoiada na figura 5.3.:



pO2	108-83	83-65	64-50	<50
pCO2	35-48	48-58	59-70	>70
Temp	<37	37-37,8	37,9-38,5	>38,5
RR	<20	20-25	25-30	>30

Figura 5.3: Tratamento dos valores por variável

- a) Zona verde - 100%
 - b) Zona amarela - 40%
 - c) Zona laranja - 20%
 - d) Zona vermelha - 10%
3. Cálculo do valor final, percentual, de cada variável, como ilustra no seguinte trecho de código.

```
double percPaCO2 = perc24PaCO2Avg * (0.10) + perc18PaCO2Avg * (0.15)
+ perc12PaCO2Avg * (0.20) + perc06PaCO2Avg * (0.55);
```

Excerto de Código 5.11: Modo de cálculo do valor percentual de PaCO2 nas últimas 24 horas

4. Média do valor final de todos os parâmetros, como ilustra o próximo trecho de código.

```
pont_Variables = (percPaCO2 + percPaO2 + percTemperature +  
percRespiratoryRate) / 4;
```

Excerto de Código 5.12: Modo de cálculo do valor percentual de PaCO₂ nas últimas 24 horas

5.2.6.2 Testes Físicos

Cada teste físico é avaliado da seguinte forma:

1. Primeiro teste do utilizador é utilizado como teste de calibração.
2. Os próximos testes serão avaliados conforme regressão ou melhora do doente em relação ao de calibração.

Cada teste feito será então avaliado seguindo o pensamento de que o doente terá alguma dificuldade em variar radicalmente, tanto o número de passos dados, no caso do 6MWT, como o número de ciclos *stand and sit*, no caso do 1MSTST. Com isto a fórmula da percentagem de passos é definida da seguinte forma:

1. Cada passo ou ciclo *stand and sit* dada a mais/menos (relativamente ao teste de calibração) é dada uma valorização/penalização de 4 pontos.
2. Cada diminuição/aumento (relativamente ao teste de calibração) da pulsação é dada uma valorização/penalização de um ponto.

```
public float calculatePercentage(int pulsI, int pulsF, int steps, int  
past_pulsI, int past_pulsF, int past_steps) {  
    int mPuls = (pulsI + pulsF) / 2;  
    int past_mPuls = (past_pulsI + past_pulsF) / 2;  
    float avalPassos = (steps - past_steps) * (0.4f);  
    float avalPulsacoes = (past_mPuls - mPuls) * (0.1f);  
    float perc = 50 + avalPulsacoes + avalPassos;  
    return perc;  
}
```

Excerto de Código 5.13: Função que dá valor percentual a um six minute walk test

No trecho de código 5.13 é ilustrado a implementação prática do raciocínio descrito em cima.

5.2.6.3 Questionário

Os questionários têm a sua avaliação já definida segundo o CAT. A pontuação dos questionários é feita através da soma dos níveis escolhidos pelo doente em cada pergunta. No questionário elaborado para a aplicação existem quatro perguntas, cada qual com níveis de zero a quatro o que dá uma pontuação máxima de 16 pontos.

Esta avaliação exprime o *impact level* da DPOC na vida do doente naquele exato momento, ordenado por níveis como ilustrado na figura. Quanto maior a pontuação do questionário, maior o *impact level* sentido pelo doente no seu quotidiano.

CAT score	Impact level
< 10	Low
10 – 20	Medium
21 - 30	High
> 30	Very high

Figura 5.4: Classificação do questionário em relação ao impact level

5.2.6.4 Obtenção do Wellness Value

Para obter o índice de controlo, que serve de monitoramento ao doente é necessário incluir na fórmula apresentada na secção 5.2.6:

1. Percentual do último questionário realizado pelo doente.
2. Percentual do último 6MWT e do último 1MSTST.
3. Percentual do conjunto de valores, nas diferentes variáveis do sensor, nas últimas 24 horas.

No trecho de código seguinte demonstra a implementação da fórmula para obter o índice de controlo:

```
WellnessValue = ((float) (pont_Variables * (0.4 f))) + pont_CAT * (0.3 f) + (((
    pont_1MSTST + pont_6MWT) / 2) * 0.3 f);
}
```

Excerto de Código 5.14: Implementação da fórmula para o wellness value

5.3 Demonstração da Aplicação Móvel

O foco desta secção incide na demonstração da aplicação móvel desenvolvida. Sendo assim será demonstrado detalhadamente todas as funcionalidades oferecidas.

5.3.1 Página Inicial e de Autenticação

A página inicial da aplicação, onde se encontram todos os utilizadores não autenticados, está ilustrada na figura 5.4.

Nesta página é possível um utilizador autenticar-se. Para isso terá que inserir as suas credenciais, como *email* e *password*, e carregar no botão de *Login*. É também possível um utilizador ir para a página de registo clicando na palavra "*here*" a azul.

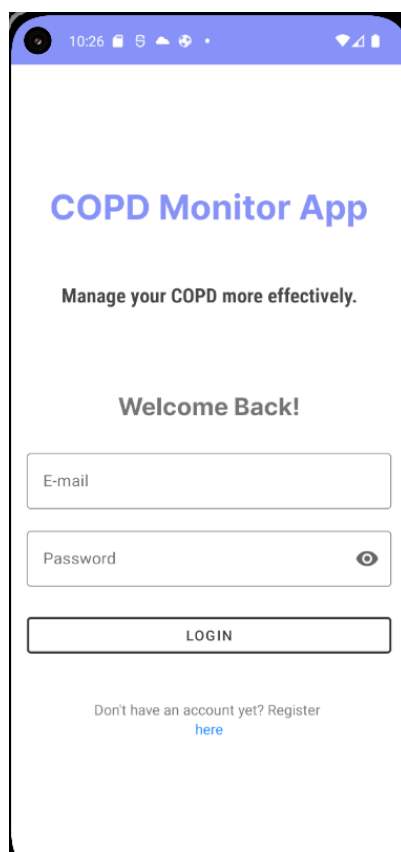


Figura 5.5: Página inicial da aplicação

5.3.2 Página de Registo

Na figura 5.5, encontra-se ilustrada a página apresentada ao utilizador aquando a decisão de registo na aplicação. Este deverá inserir o seu *email*, o seu nome completo, seleccionar o nível de severidade da DPOC (não obrigatório), inserir a *password*, repetir a mesma, e seleccionar a sua data de nascimento. Ao fim do preenchimento dos campos necessários, deverá clicar no botão *Register*.

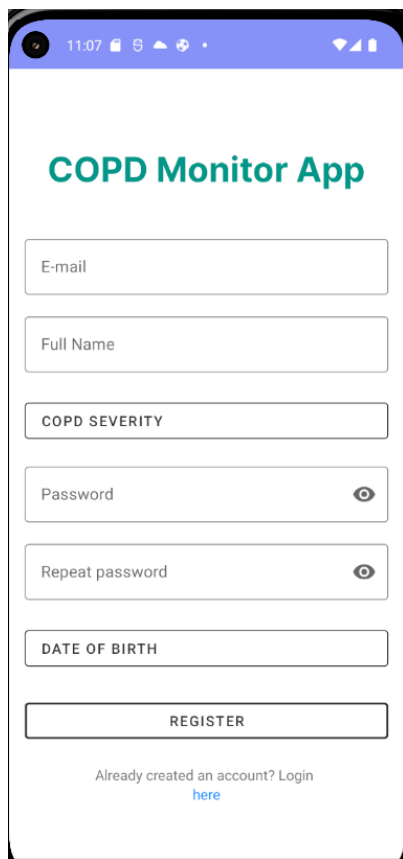
The image shows a mobile application interface for registration. At the top, the status bar displays the time 11:07 and various icons. The app title 'COPD Monitor App' is centered in green. Below it are several input fields: 'E-mail', 'Full Name', 'COPD SEVERITY' (a dropdown menu), 'Password' (with an eye icon for visibility), 'Repeat password' (also with an eye icon), and 'DATE OF BIRTH' (a date picker). A 'REGISTER' button is positioned below these fields. At the bottom, there is a link that says 'Already created an account? Login here'.

Figura 5.6: Página de registo da aplicação

Após um registo bem sucedido, o utilizador será redireccionado para a página principal da aplicação.

5.3.3 Página Principal

A página principal da aplicação para utilizadores novos (sem dados suficientes para construir o *wellness value*) emitirá um alerta, como ilustrado na figura 5.6. Para

um utilizador com histórico na aplicação, a página principal está ilustrada na figura 5.7.

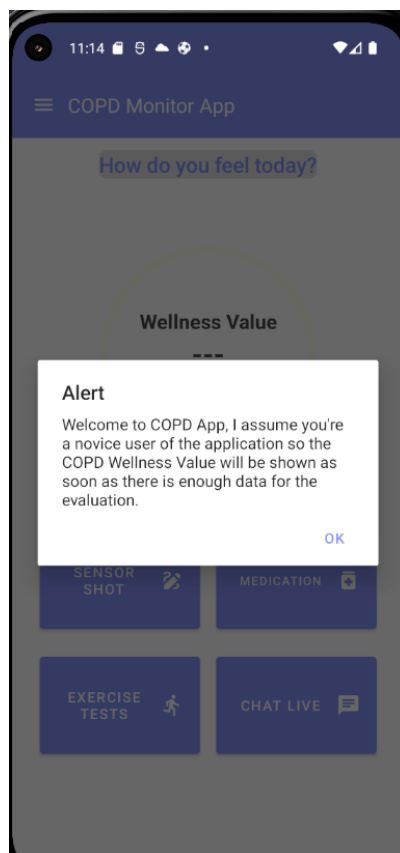


Figura 5.7: Página inicial para um utilizador novo

A enumeração que se segue explica as funcionalidades de cada elemento assinalado na figura 5.7:

1. Elemento 1 - Redireciona o utilizador para a página da primeira pergunta de questionário, representada na figura 5.12.
2. Elemento 2 - Apresentação do *Wellness Value*, numa escala de zero a 100, do pior (vermelho) ao melhor (verde).
3. Elemento 3 - Redireciona o utilizador para a página referente aos valores médios para cada parâmetro, representada na figura

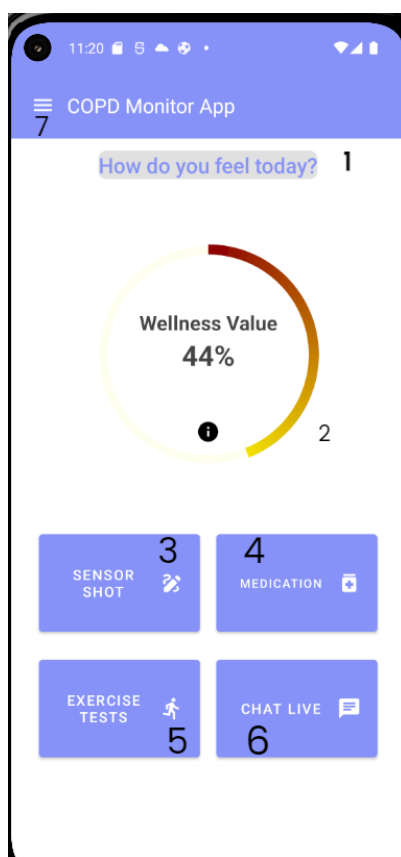


Figura 5.8: Página inicial

4. Elemento 4 - Redireciona o utilizador para uma página com a sua carteira de medicamentos (Não implementado).
5. Elemento 5 - Redireciona o utilizador para uma página onde pode escolher que exercício físico deseja realizar, entre o 6MWT e o 1MSTST, representada na figura
6. Elemento 6 - Redireciona o utilizador para uma página de destinada à comunicação com um *Virtual Healthcare Provider* (Não implementado).
7. Elemento 7 - Abre a barra de navegação da aplicação ilustrada na figura 5.8.
 - a) Elemento 7.1 - Redireciona o utilizador para a página principal, representada na figura 5.7.
 - b) Elemento 7.2 - Redireciona o utilizador para a página de perfil, representada na figura 5.9.

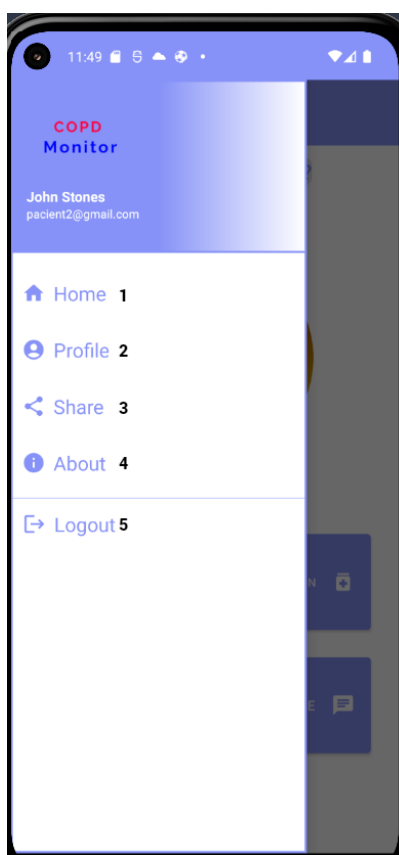


Figura 5.9: Barra de navegação da aplicação

- c) Elemento 7.3 - Partilhar a hiperligação da aplicação, por determinado meio escolhido.
- d) Elemento 7.4 - Abre uma página *web* que apresenta o projeto envolto da realização desta aplicação (trabalho realizado pelo autor) e da aplicação *web*.
- e) Elemento 7.5 - Ao clicar neste botão, o utilizador é levado novamente para a página de *login* onde terá de realizar a autenticação novamente.

5.3.4 Página de Perfil

Nesta página são mostrados todos os dados pessoais de um doente. A enumeração que se segue apresenta as funcionalidades desta página por elemento da figura 5.9:

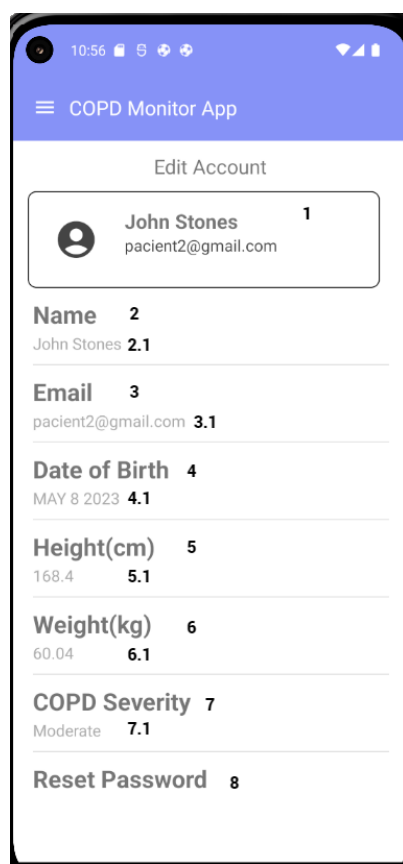


Figura 5.10: Página de perfil

1. Elemento 1 - Caixa que contempla as informações identificativas do utilizador, como a imagem, o nome completo, e o *email*.
2. Do elemento 2 ao elemento 7 - Textos clicáveis que redirecionam o utilizador para uma página que tem a finalidade de modificações de dados do respetivo *item* clicado. Na figura 5.10 está ilustrada a página de mudança de *email*, como exemplo, onde no elemento 1 deverá inserir-se o novo dado (*email* atualizado) e depois submeter este, através do clique no botão *Save Changes*.
3. No elemento 8 é possível redefinir a *palavra-passe*, em que a página é ilustrada na figura 5.11, tendo o utilizador que inserir a estabelecida no elemento 1 e a nova no elemento 2. Para submeter terá que clicar no botão associado ao elemento 3 e esperar que a mudança seja validada.

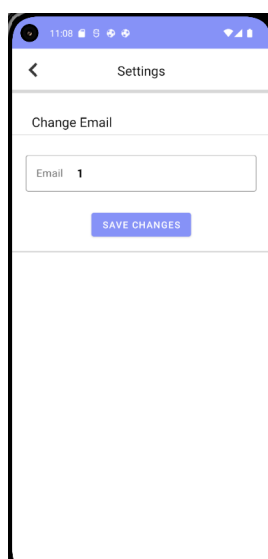


Figura 5.11: Página de atualização do endereço eletrónico

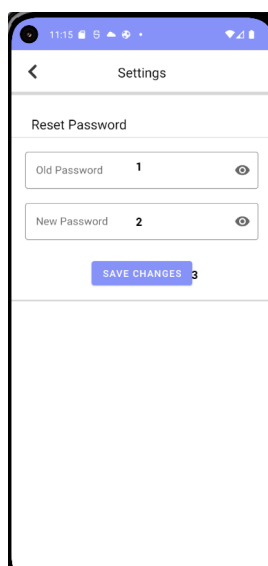


Figura 5.12: Página de mudança da palavra-passe

5.3.5 Realização do questionário

Esta página permite ao utilizador dar início ao questionário e responder já à primeira pergunta.

Segue-se a enumeração que apresenta as funcionalidades desta página por ele-

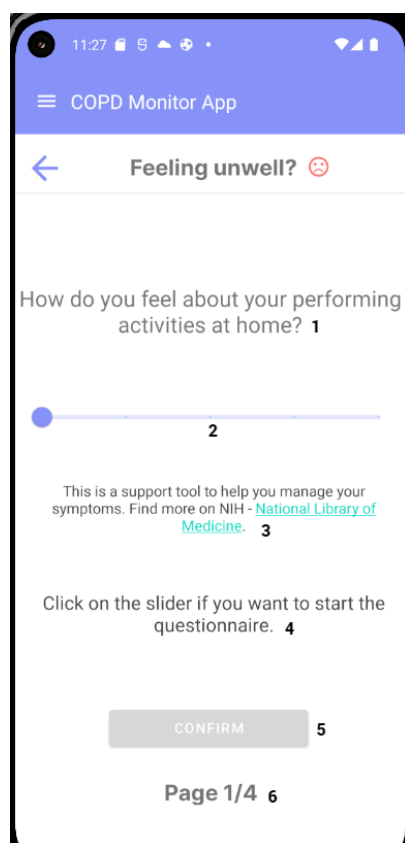


Figura 5.13: Página de resposta à primeira pergunta do questionário

mento da figura 5.12:

1. Elemento 1 - Exibição da pergunta.
2. Elemento 2 - *Slide* que permite ao utilizador escolher a sua resposta, consoante a escolha do nível selecionado. Ao clicar neste, irá dar início ao questionário e a página ficará do modo ilustrado na figura 5.13.
3. Elemento 3 - Caso o doente queira saber mais sobre este questionário poderá clicar neste elemento que o irá reencaminhar para uma página *web* com informações relevantes sobre a validação do mesmo.

Na figura 5.13 ilustra-se então a página de questões quando um nível foi selecionado. O elemento um dá informações, em modo texto e a cores, sobre o nível escolhido.

Neste exemplo, o utilizador terá escolhido a opção que denota que ele está com dificuldades a executar as suas atividades em casa.

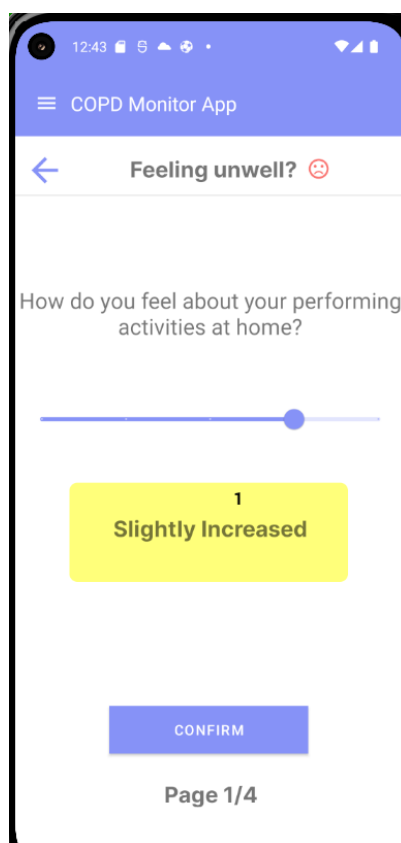


Figura 5.14: Página de resposta à primeira pergunta do questionário

No final da resposta às 4 perguntas, o utilizador irá ser reencaminhado para a página de Avaliação do questionário. Esta página encontra-se ilustrada na figura 5.14.

Segue-se a enumeração de cada elemento e a devida explicação:

1. Elemento 1 - É mostrado um *emoji*, desde o mais feliz ao mais triste, adequado à pontuação do teste.
2. Elemento 2 - *Impact Level* em que o doente se encontra.
3. Elemento 3 - Conjunto de instruções adequadas à situação
4. Elemento 4 - Possibilidade de enviar um PDF descrito com as opções, resultado e hora do teste.



Figura 5.15: Página de avaliação do questionário

5.3.6 Testes Físicos - Menu

Como é ilustrado na figura 5.14, o menu de exercícios físicos tem dois elementos: O primeiro elemento reencaminhará o utilizador para a Página dedicada ao 6MWT, ilustrada na figura 5.15, e o segundo elemento para a Página dedicada ao 1MSTST, ilustrada na figura 5.16.

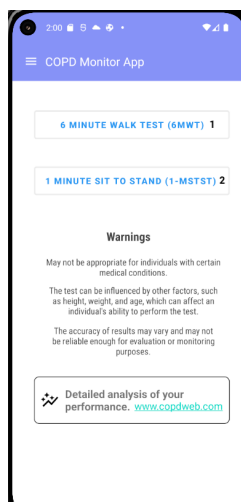


Figura 5.16: Página de seleção do exercício físico

5.3.7 Testes Físicos - Página do 6MWT

A página do 6MWT é ilustrada na Figura 5.16. O momento que a figura ilustra é aquando a conclusão do teste. De notar que são exibidos apenas 30 segundos dos seis minutos que este comporta para efeitos de demonstração.

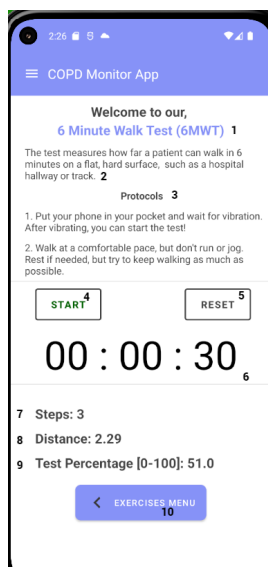


Figura 5.17: Página do 6 Minute Walk Test

A enumeração que se segue explica as funcionalidades de cada elemento assina-

lado na página principal:

1. Elemento 1 - Nome do teste a realizar.
2. Elemento 2 - Apresentação do teste ao doente.
3. Elemento 3 - Protocolos a seguir para os resultados serem o mais precisos possível.
4. Elemento 4 - Botão que permite o doente dar início ao teste.
5. Elemento 5 - Botão que permite o doente excluir um teste então começado podendo iniciar outro.
6. Elemento 6 - Cronómetro disponibilizado ao doente. Marca apenas 30 segundos para efeitos de demonstração.
7. Elemento 7 - Número de passos dados.
8. Elemento 8 - Distância percorrida em metros.
9. Elemento 9 - Percentagem do teste.
10. Elemento 10 - Botão para retroceder à página ilustrada na figura 5.15.

De notar que, neste caso prático, o indivíduo teve esta percentagem porque no teste de calibração teve os seguintes valores:

1. Pulsação Inicial: 75
2. Pulsação Final: 81
3. Passos dados: 5

5.3.8 Testes Físicos - Página do 1MSTST

A página do 1MSTST é ilustrada na Figura 5.17. O momento que a figura ilustra é aquando a conclusão do teste. De notar que são exibidos apenas 5 segundos do um minuto que este comporta para efeitos de demonstração.

A enumeração que se segue explica as funcionalidades de cada elemento assinalado na página principal:

1. Elemento 1 - Nome do teste a realizar.
2. Elemento 2 - Apresentação do teste ao doente.

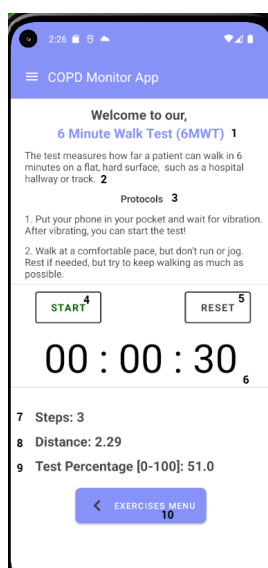


Figura 5.18: Página do 1 Minute Sit to Stand Test

3. Elemento 3 - Protocolos a seguir para os resultados serem o mais precisos possível.
4. Elemento 4 - Botão que permite o doente dar início ao teste.
5. Elemento 5 - Botão que permite o doente excluir um teste então começado podendo iniciar outro.
6. Elemento 6 - Cronómetro disponibilizado ao doente. Marca apenas 5 segundos para efeitos de demonstração.
7. Elemento 7 - Número de ciclos *sit and stand* completados.
8. Elemento 9 - Percentagem do teste.
9. Elemento 10 - Botão para retroceder à página ilustrada na figura 5.15.

De notar que, neste caso prático, o indivíduo teve esta percentagem porque no teste de calibração teve os seguintes valores:

1. Pulsação Inicial: 64
2. Pulsação Final: 68
3. Ciclos *sit and stand*: 42

5.3.9 Página Dedicada aos Valores do Sensor

A página destinada ao registo e exibição dos valores transmitidos pelos sensores é ilustrada na Figura 5.18.

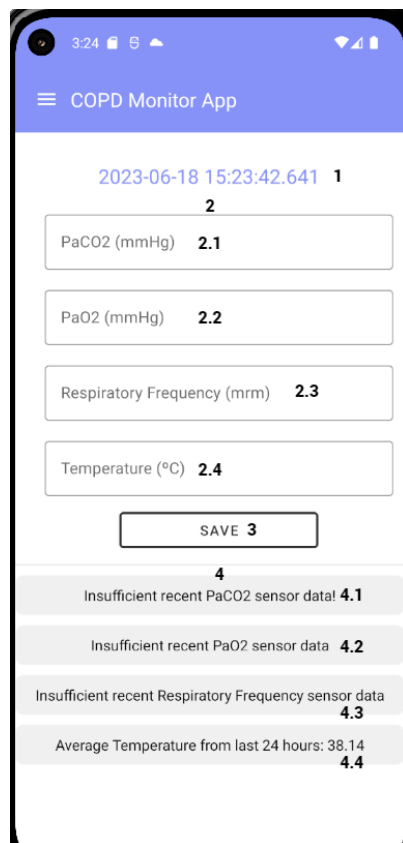


Figura 5.19: Página das Variáveis do Sensor

A enumeração que se segue explica as funcionalidades de cada elemento assinalado:

1. Elemento 1 - Informação da data e hora atual
2. Elemento 2 - Registo de medições.
 - a) Elemento 2.1 - Registo de PaCO₂.
 - b) Elemento 2.2 - Registo de PaO₂.
 - c) Elemento 2.3 - Registo da frequência respiratória
 - d) Elemento 2.4 - Temperatura

3. Elemento 3 - Botão que ao ser clicado procederá ao registo dos valores inseridos para cada variável.
4. Elemento 4 - Média dos valores obtidos nas últimas 24 horas por variável:
 - a) Elemento 4.1 - Média nas últimas 24 horas de PaCO₂.
 - b) Elemento 4.2 - Média nas últimas 24 horas de PaO₂.
 - c) Elemento 4.3 - Média nas últimas 24 horas da frequência respiratória
 - d) Elemento 4.4 - Média nas últimas 24 horas da temperatura

No exemplo prático explícito na figura 5.18, é de notar que quando não existem valores suficientes para o cálculo da média de determinada variável aparece a mensagem ilustrada nos elementos 4.1, 4.2, 4.3.

No elemento 4.4 houve valores suficientes, ou seja, existe pelo menos um valor nos diferentes intervalos das últimas 24 horas. Sendo assim, é apresentado os valores registados por intervalo de tempo, das últimas horas, na variável temperatura para melhor compreensão:

1. 2023-06-17 15:15:02: 36.3 °C
2. 2023-06-17 21:15:02: 38.4 °C
3. 2023-06-18 03:15:02: 38.9 °C
4. 2023-06-18 09:15:02: 38.9 °C

5.4 Testes e Validação do Contador de Passos da Aplicação

Nesta secção serão apresentadas as bases que sustentam o algoritmo de contar passos, ilustrado no trecho de código 5.10, os testes feitos ao mesmo e os resultados consequentes.

5.4.1 Sustentação do Algoritmo

No processo de elaboração do algoritmo foram traçados vários gráficos, que traduzem os valores da norma da aceleração para cada instante, durante 30 segundos.

Foram estabelecidos dois tipos de teste, que serão a seguir ilustrados com um exemplo do gráfico correspondente a cada um e as devidas considerações. De notar que cada gráfico terá um ruído inicial que representa o intervalo de tempo em que o utilizador clica no *start* até colocar o telemóvel no bolso, pelo que deve ser desprezado. Na aplicação, é dado cinco segundos ao utilizador para colocar o telemóvel no bolso e só depois destes é que começa a contagem para evitar o ruído descrito acima.

O gráfico presente na figura 5.19, representa um teste feito num ritmo lento, que será o ritmo padrão dos doentes de DPOC. Neste gráfico, foram dados 11 passos contados pelo autor. Cada passo dado está assinalado na figura com um número identificador.

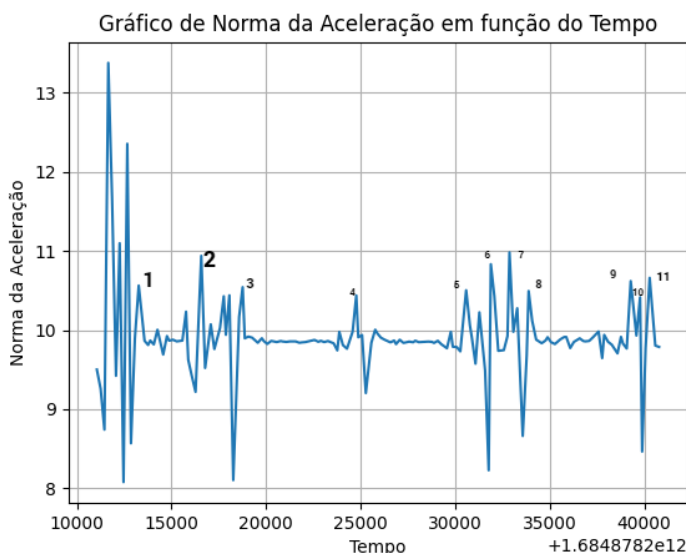


Figura 5.20: Teste em ritmo lento

O gráfico presente na figura 5.20, representa um teste feito num ritmo normal, que não será o ritmo padrão dos doentes de DPOC mas deverá ser tomado em conta para o algoritmo saber reagir a situações adversas como esta. Neste gráfico, foram dados 34 passos contados pelo autor. Cada passo dado está assinalado na figura com um número identificador.

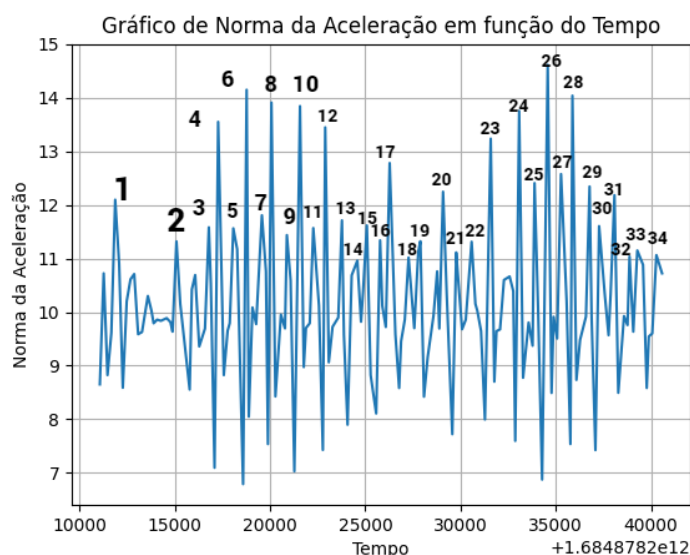


Figura 5.21: Teste em ritmo normal

Analisando estes dois gráficos, elaborou-se um algoritmo que deteta os passos assinalados. Sendo assim, considerou-se um passo como:

1. Incremento de, pelo menos, um valor entre o passo a ser analisado e o anterior.
2. Decremento entre o passo a ser analisado e o posterior.

5.4.2 Testes e Validação

Foram feitas 10 contagens de passos com o algoritmo descrito. Os resultados estão enumerados em baixo por ordem de teste em que o primeiro valor representa o número de passos fornecidos pelo algoritmo e o segundo valor os passos contados pelo autor.

1. 5 - 7
2. 8 - 11

3. 9 - 13
4. 14 - 11
5. 15 - 18
6. 19 - 17
7. 26 - 26
8. 28 - 24
9. 31 - 27
10. 33 - 25

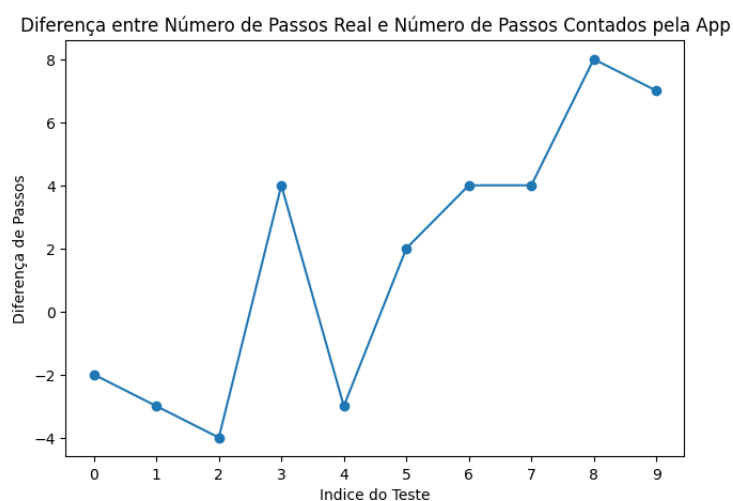


Figura 5.22: Gráfico com a variação de resultados do algoritmo em relação aos resultados reais

Neste gráfico é possível observar que a taxa de acerto do algoritmo é baixa, um em dez, mas que a maior discrepância de passos a mais foi 8 e a de passos a menos foi 4. Observa-se também que maior parte dos valores têm um desvio de 2 a 4 passos.

Sendo assim, assume-se que este algoritmo poderá ser refinado, e que este já oferece uma variação pequena entre o número de passos contados e o número de passos efetivamente dados o que justifica a sua validação.

5.5 Conclusões

Em síntese, neste capítulo foram dados os detalhes de construção de todas as funcionalidades implementadas na aplicação, foi demonstrada a aplicação em pormenor, legendando as funcionalidades de todas as atividades nela incutidas. Por fim, é explicado o raciocínio por detrás do algoritmo de contagem de passos usado no 6MWT, apresentado os testes a que este foi submetido e os resultados consequentes.

Nó próximo capítulo, serão abordadas algumas soluções para aperfeiçoar o algoritmo anteriormente descrito e apresentadas funcionalidades que estão planeadas de forma a complementar o trabalho neste relatório descrito.

Capítulo

6

Conclusões e Trabalho Futuro

Neste capítulo é feita uma síntese do projeto realizado fazendo um contraste entre os objetivos alcançados e os objetivos propostos.

Sendo assim, a primeira secção retratará os objetivos do projeto. São abordados os objetivos atingidos e são expostas as razões pelas quais alguns dos objetivos não foram alcançados.

Na última secção, são apresentadas novas funcionalidades que o autor gostaria de ver implementadas na aplicação.

6.1 Conclusões Principais

Este projeto tinha como objetivo principal a análise de biossinais para a DPOC. Como o dispositivo que iria emitir os biossinais, *Patch*, ainda é um conceito/projeto, teve que se estudar a DPOC na totalidade de forma a criar uma aplicação geral da doença, mas já com a implementação de funcionalidades que fizessem render as mais valias do *Patch*. O estudo inicial foi centrado em saber as informações básicas sobre aDPOC, estudar como é viver com esta doença, descobrir os principais indicadores referentes à mesma e um estudo de mercado das aplicações que lhe são relacionadas.

Ao fim disto foram então descritos os objetivos para esta aplicação, passando a enumerar, uma aplicação capaz de armazenar dados pessoais do paciente e medições de parâmetros relevantes, capaz de ter interoperabilidade com o sistema de saúde associado ao paciente e ter integrada gamificação através da promoção de exercícios físicos como o 6MWT e o 1MSTST.

Analisando estes objetivos propostos ficou patente que o da interoperabilidade era ainda pouco provável de alcançar devido à, ainda num estado embrionário, compatibilidade entre aplicações móveis e o SNS. Foi então um objetivo não alcançado.

Para o cumprimento do resto dos objetivos foram então implementadas, na totalidade, as seguintes funcionalidades preciosas:

1. Monitoramento em tempo real da sua doença.
2. Aconselhamento em caso de possível exacerbação.
3. Armazenamento de medições provenientes do *Patch*.
4. Direto contacto e vigilância destas medições.
5. Promoção de exercícios físicos adequados à doença como o 6MWT e o 1MSTST.
6. Possibilidade de partilhar a sua condição, mediante índices de controlo, provenientes da aplicação com o seu médico por via de um PDF com indicadores expressivos.

Por fim, é de notar que as aplicações relacionadas à DPOC no mercado carecem de muitas das funcionalidades anteriormente referidas. Portanto, esta aplicação móvel mostrar-se-ia única e eficaz para os doentes de DPOC que buscam uma ferramenta tecnológica para o melhoramento e controlo da sua condição.

6.2 Trabalho Futuro

Num trabalho futuro, era interessante implementar os seguintes objetivos:

1. Integrar um *chat* com um médico artificial. Já que atualmente a inteligência artificial tem um papel preponderante, era interessante integrar uma API do *ChatGPT* para responder a perguntas que o doente quer ver rapidamente respondidas no âmbito da sua doença.
2. Expandir a aplicação para utilizadores com iPhone Operating System (iOS).
3. Refinar o algoritmo de contagem de passos e adequá-lo a doentes de DPOC. Para isso, será necessário testar este nestes doentes e fazer os devidos ajustes para que o algortimo se torne o mais preciso possível.

Bibliografia

- [1] Loncar D. PLoS Medicine Mathers CD. Projections of Global Mortality and Burden of Disease from 2002 to 2030, 2006. [Online] <https://www.atsjournals.org/doi/full/10.1164/rccm.201204-0596PP>. Último acesso a 3 de Março de 2023.
- [2] Sociedade Portuguesa de Pneumonia. “DPO...QUÊ?”–PORTUGUESES DESCONHECEM DOENÇA QUE É UMA DAS PRINCIPAIS CAUSAS DE MORTE NO NOSSO PAÍS, 2019. [Online] <https://www.sppneumologia.pt/noticias/dpo-que-portugueses-desconhecem-doenca-que-e-uma-das-principais-causas-de-morte-no-nosso-pais>. Último acesso a 3 de Março de 2023.
- [3] NHS Wales: COPDhub, 2022. [Online] <https://developer.android.com/studio/intro?hl=pt-br>. Último acesso a 7 de Junho de 2023.
- [4] Android Developers. “Conhecer o Android Studio”, 2023. [Online] https://play.google.com/store/apps/details?id=com.app.copd_hub&hl=pt_PT&gl=US. Último acesso a 7 de Junho de 2023.
- [5] Microsoft Azure. “O que é o Java?”, 2023. [Online] <https://azure.microsoft.com/pt-pt/resources/cloud-computing-dictionary/what-is-java-programming-language/>. Último acesso a 7 de Junho de 2023.
- [6] The Latex Project. “LaTeX – A document preparation system”, 2023. [Online] <https://www.latex-project.org/>. Último acesso a 7 de Junho de 2023.
- [7] Fundação para a Ciência e a Tecnologia. “Concurso de Projetos de ID em Todos os Domínios Científicos”, 2022. [Online] <https://former.fct.pt/apoios/projectos/concursos/ICDT/index.phtml.pt>. Último acesso a 12 de Junho de 2023.
- [8] Hani Abo-Leyah Thomas C Fardon James D Chalmers Simon Finch, Irena F Laska. “Validation of the COPD Assessment Test (CAT) as an Outcome Measure in Bronchiectasis

- , 2019. [Online] <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31730832/>. Último acesso a 13 de Junho de 2023.
- [9] Hospital da Luz. "6 Minute Walk Test", 2023. [Online] <https://www.hospitaldaluz.pt/en/exams/6-minute-walk-test#tabp-0>. Último acesso a 13 de Junho de 2023.
- [10] Rebecca Crouch Richard W Bohannon. "1-Minute Sit-to-Stand Test: SYSTEMATIC REVIEW OF PROCEDURES, PERFORMANCE, AND CLINIMETRIC PROPERTIES", 2019. [Online] <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30489442/>. Último acesso a 13 de Junho de 2023.
- [11] FHIR. "Welcome to FHIR", 2023. [Online] <https://hl7.org/fhir/>. Último acesso a 13 de Junho de 2023.