



Desenvolvimento de um sistema inteligente para suporte e monitorização de pacientes com doenças vasculares

IVO ALEXANDRE MAIA CURADO

Outubro de 2023

Desenvolvimento de um sistema inteligente para suporte e monitorização de pacientes com doenças vasculares

Ivo Alexandre Maia Curado

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Informática, Área de Especialização em
Engenharia de Software**

Orientador: Doutora Maria Goreti Carvalho Marreiros

Porto, outubro 2023

Declaração de Integridade

Declaro ter conduzido este trabalho académico com integridade.

Não plagiei ou apliquei qualquer forma de uso indevido de informações ou falsificação de resultados ao longo do processo que levou à sua elaboração.

Portanto, o trabalho apresentado neste documento é original e de minha autoria, não tendo sido utilizado anteriormente para nenhum outro fim.

Declaro ainda que tenho pleno conhecimento do Código de Conduta Ética do P.PORTO.

ISEP, Porto, 1 de outubro de 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to read "João Almeida". The signature is fluid and cursive, with a long horizontal stroke at the end.

Resumo

A incidência de doenças vasculares tem vindo a aumentar ao longo dos anos. Os pacientes com este tipo de doenças requerem um acompanhamento profissional constante, como, por exemplo, internamentos hospitalares e consultas regulares. Esta necessidade constante de acompanhamento médico leva a que o dia a dia destes pacientes seja, em grande parte, em hospitais ou outras instituições no âmbito de saúde.

Face a este transtorno, reconhece-se a necessidade de se proporcionar um estilo de vida melhor aos pacientes com doenças vasculares, possibilitando, de alguma forma, suporte médico remotamente.

Com a evolução das tecnologias de informação, surgiram tecnologias como sistemas inteligentes que apoiam na tomada de decisão. Este conceito inovador permite que exista apoio profissional a partir de uma plataforma digital. Estas plataformas digitais são denominadas por plataformas de *e-coaching* e estão, cada vez mais, presentes no dia a dia quotidiano. Atualmente, utilizando as plataformas de *e-coaching* já existentes, é possível ter profissionais de inúmeras áreas a ensinar e aconselhar, a partir de um dispositivo com conexão à internet.

De forma a resolver o problema identificado, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de um sistema inteligente que forneça acompanhamento médico remotamente, através de recomendações personalizadas baseadas em regras previamente estabelecidas pelo profissional de saúde. Para além disso, propõem-se o desenvolvimento de uma aplicação web para ser disponibilizada aos profissionais de saúde, de forma que estes possam definir as regras utilizadas para gerar as recomendações disponibilizadas aos pacientes, assim como poderem acompanhar o progresso dos seus pacientes.

Com o presente trabalho, foi possível desenvolver a solução proposta, permitindo fornecer acompanhamento médico, de forma remota, a pacientes com doenças vasculares. Os resultados obtidos refletem que a solução desenvolvida é atrativa para os profissionais de saúde, uma vez que promove uma maior eficácia no seu trabalho, assim como para os pacientes, uma vez que estes conseguem receber tratamento médico de forma remota adquirindo assim uma maior independência quanto a idas a instalações médicas e, consequentemente, uma melhor qualidade de vida.

Palavras-chave: Doenças vasculares, *E-coaching*, Sistemas inteligentes de apoio à tomada de decisão, Sistemas baseados em regras

Abstract

The incidence of vascular diseases has been increasing over the years. Patients with this type of illness require constant professional follow-up, such as hospital admissions and regular consultations. This constant need for medical follow-up means that the day-to-day life of these patients is, for the most part, in hospitals or other health institutions.

Faced with this problem, the need to provide a better lifestyle to patients with vascular diseases is recognized, enabling remote medical support.

With the evolution of information technologies, technologies such as intelligent systems that support decision-making have emerged. This innovative concept allows for professional support from a digital platform. These digital platforms are called e-coaching platforms and are increasingly present in everyday life. Currently, using e-coaching platforms, it is possible to have professionals from numerous areas teaching and advising us, from a device with an internet connection.

In order to solve the identified problem, the present work proposes the development of an intelligent system that provides medical follow-up remotely, through personalized recommendations based on rules previously established by the health professional. In addition, it is proposed the development of a web application to be made available to health professionals, so they can define the rules used to generate the recommendations made available to patients, as well as being able to monitor the evolution of their patients.

With this work, it was possible to develop the proposed solution, allowing remote medical monitoring to be provided to patients with vascular diseases. The results obtained reflect that the developed solution is attractive for healthcare professionals, as it promotes greater efficiency in their work. It is also beneficial for patients as they can receive medical treatment remotely, gaining greater independence in terms of visits to medical facilities and, consequently, improving their quality of life.

Keywords: Vascular diseases, E-coaching, Intelligent decision support systems, Rules-based systems

Agradecimentos

Obrigado à minha família e amigos que me acompanharam neste percurso.

Índice

1	Introdução	1
1.1	Contexto.....	1
1.2	Problema	2
1.3	Objetivos	2
1.4	Resultados esperados	3
1.5	Código de ética e conduta profissional	3
1.6	Estrutura do documento.....	3
2	Contexto	5
2.1	Inno4Health	5
2.2	Arquitetura.....	6
2.3	Doenças vasculares	8
2.3.1	Fatores de risco	9
2.3.1.1	Fatores de risco modificáveis.....	9
2.3.1.2	Fatores de risco não modificáveis.....	10
2.3.2	Impacto das doenças vasculares	10
2.4	E-coaching.....	10
3	Análise de Valor	13
3.1	Valor	13
3.2	Proposta de valor	14
3.3	Quality Function Deployment	15
3.4	Processo de inovação	18
3.4.1	Fuzzy Front End	18
3.4.1.1	Identificação de oportunidades	19
3.4.1.2	Análise de oportunidades	20
3.4.1.3	Geração e enriquecimento de ideias	20
3.4.1.4	Seleção de ideias.....	20
3.4.1.5	Definição do conceito	21
3.4.2	New Product Development.....	21
3.4.3	Comercialização	21
3.5	Modelo de negócio	21
4	Estado da arte	25
4.1	Metodologias de pesquisa	25

4.2	Sistemas de suporte e monitorização de pacientes	26
4.2.1	Sistemas existentes	26
4.2.1.1	My mhealth	26
4.2.1.2	My Cardiac Coach	28
4.2.1.3	Instant Heart Rate	28
4.2.1.4	ACC'S Guideline Clinical.....	29
4.2.1.5	Heart Diseases & Treatment	30
4.2.1.6	SMARTHealth India.....	31
4.2.1.7	Personal Heart Monitoring and Rehabilitation System using Smart Phones	32
4.2.1.8	MyHeart.....	33
4.2.2	Discussão	34
4.3	Sistemas baseados em regras.....	35
4.3.1	Alternativas	37
4.3.2	Discussão	37
4.4	Tecnologias	38
4.4.1	FHIR	38
4.4.2	Alternativas ao FHIR	39
4.4.3	TypeScript.....	40
4.4.4	JavaScript	40
4.4.5	Dart	41
4.4.6	Processo de Análise Hierárquica	41
5	Modelação da solução.....	49
5.1	Atores	49
5.2	Análise de requisitos.....	49
5.2.1	Requisitos funcionais	50
5.2.1.1	UC1: O profissional de saúde tem de conseguir definir e gerir regras.....	51
5.2.1.2	UC2: O profissional de saúde tem de conseguir acompanhar o estado e progresso dos seus pacientes.....	54
5.2.1.3	UC3: O Sistema tem de conseguir gerar recomendações	55
5.2.1.4	UC4: O Sistema tem de conseguir enviar as recomendações aos pacientes	55
5.2.1.5	UC5: O Sistema tem de conseguir receber feedback dos pacientes, sobre as recomendações geradas	55
5.2.1.6	UC6: O Sistema deve conseguir receber informações vitais do paciente, enviadas por sensores	55
5.2.2	Requisitos não funcionais	55
5.3	Design.....	56
5.3.1	UC1: O profissional de saúde tem de conseguir definir e gerir regras.....	56
5.3.2	UC2: O profissional de saúde tem de conseguir acompanhar o estado e progresso dos seus pacientes	57

5.3.3	UC3: O Sistema tem de conseguir gerar recomendações	58
5.4	Modelo de domínio	59
6	Desenvolvimento	61
6.1	Análise Exploratória	61
6.1.1	Duração dos momentos de dor - Paciente	63
6.1.2	Momentos de dor - Localização da dor	64
6.1.3	Momentos de dor - Lado do corpo do paciente	64
6.1.4	Distância percorrida, Batimentos cardíacos e Inclinação.....	65
6.1.5	Momentos de dor - Movimentação	66
6.1.6	Batimentos cardíacos e inclinação - Momentos de dor	67
6.1.7	Resultados obtidos	67
6.2	Desenvolvimento da solução.....	68
6.2.1	Arquitetura.....	68
6.2.2	Coaching Framework.....	70
6.2.3	Aplicação web do profissional de saúde	77
7	Experimentação e avaliação	83
7.1	Hipótese de investigação.....	83
7.2	Indicadores e fontes de informação	83
7.3	Metodologia de avaliação	84
7.3.1	Avaliação por questionário.....	84
7.3.1.1	Questionário.....	84
7.3.1.2	Resultados	85
7.3.2	Avaliação por disponibilização da aplicação a um grupo de utilizadores	88
7.3.3	Conclusões	89
8	Conclusão	91
8.1	Objetivos	91
8.2	Trabalho futuro.....	92
8.3	Conclusões finais	93

Lista de Figuras

Figura 1 - Arquitetura do sistema inteligente para suporte e acompanhamento de pacientes com doenças vasculares(<i>ITEA 4 · Project · 19008 INNO4HEALTH</i> , n.d.)	7
Figura 2 - Proposta de valor usando o modelo de Osterwalder(<i>Disciplina: DEI - Inovação e Empreendedorismo - 1o Semestre 2022/2023</i> , n.d.)	14
Figura 3 - Matriz HOQ preenchida	16
Figura 4 - Fases do processo de inovação (<i>The PDMA ToolBook 1 for New Product Development - Google Livros</i> , n.d.)	18
Figura 5 - NCD model(<i>The PDMA ToolBook 1 for New Product Development - Google Livros</i> , n.d.)	19
Figura 6 - CANVAS model(<i>Disciplina: DEI - Inovação e Empreendedorismo - 1o Semestre 2022/2023</i> , n.d.)	22
Figura 7 - Modelo de negócio	23
Figura 8 - Interface da aplicação <i>mobile</i> My mhealth.....	27
Figura 9 - Interface da aplicação <i>mobile</i> My Cardiac Coach	28
Figura 10 - Interface da aplicação <i>mobile</i> Instante Heart Rate.....	29
Figura 11 - Interface da aplicação <i>mobile</i> ACC's Guideline Clinical	30
Figura 12 - Interface da aplicação <i>mobile</i> Heart Diseases & Treatment	31
Figura 13 - Interface da aplicação <i>mobile</i> SMARTHealth India	32
Figura 14 - Interface da aplicação <i>mobile</i> do artigo de estudo	33
Figura 15 - Interface da aplicação <i>mobile</i> MyHeart.....	34
Figura 16 - Exemplo de uma regra em lógica(Buchanan & Duda, 1983)	36
Figura 17 - Exemplo de regra implementada em software(Buchanan & Duda, 1983)	36
Figura 18 - FHIR logotipo.....	39
Figura 19 - Google logotipo.....	39
Figura 20 - DHIS2 logotipo	40
Figura 21 - TypeScript logotipo	40
Figura 22 - JavaScript logotipo	41
Figura 23 - Dart logotipo	41
Figura 24 - Árvore hierárquica de decisão	42
Figura 25 - Escala de níveis de importância de comparações(Nicola, n.d.)	43
Figura 26 - Diagrama de casos de uso.....	51
Figura 27 – SD de visualização de regras (alto nível)	52
Figura 28 - SD de criação de uma regra (alto nível)	53
Figura 29 - SD de edição de uma regra (alto nível)	53
Figura 30 - SD de eliminação de uma regra (alto nível)	54
Figura 31 - SD de visualização de informações de um paciente (alto nível)	54
Figura 32 - SD de visualização de regras	56
Figura 33 - SD de criação de uma regra	57
Figura 34 - SD de visualização de informações de um paciente	58
Figura 35 - SD de geração de recomendações	59

Figura 36 - Modelo de domínio	60
Figura 37 – Excerto dos dados existentes no ficheiro “claudicação_conditions.xlsx”	62
Figura 38 - Excerto dos dados existentes no ficheiro “claudicação.xlsx”	62
Figura 39 – Relação entre a duração dos momentos de dor e os pacientes	63
Figura 40 – Relação entre os momentos de dor e a localização da dor	64
Figura 41 – Relação entre os momentos de dor e o lado do corpo	64
Figura 42 – Distância percorrida, batimentos cardíacos e inclinação de um paciente	65
Figura 43 – Relação entre os momentos de dor e movimentação	66
Figura 44 - Relação entre os batimentos cardíacos e inclinação com os momentos de dor	67
Figura 45 – Arquitetura e fluxo da solução desenvolvida	69
Figura 46 – Classe FhirService	70
Figura 47 - Classe RulesController	71
Figura 48 - Método "generateRulesForToday" na classe RulesController	72
Figura 49 - Método fireRules da classe RulesController	73
Figura 50 - Classe VariableCalculatorService	74
Figura 51 – Método para calcular o valor da variável “painPeriodTime”	74
Figura 52 – Método para calcular o valor da variável “painLocation”	75
Figura 53 – Método para calcular o valor da variável “walkingTime”	75
Figura 54 – Método para calcular o valor da variável “restTime”	76
Figura 55 – Método para calcular o valor da variável “bpmResting”	76
Figura 56 – Página inicial da aplicação web do profissional de saúde após <i>login</i>	78
Figura 57 – <i>Coaching Plans</i> página	78
Figura 58 – Modal de criação de um <i>Coaching plan</i>	79
Figura 59 – Modal de criação de uma <i>Goal</i>	80
Figura 60 – Coaching Plan associado a um paciente	80
Figura 61 – Cartão de <i>Goals</i> em progresso	81
Figura 62 - Cartão de <i>Goals</i> atingidas	81
Figura 63 - Cartão de <i>Goals</i> falhadas	81
Figura 64 – Pergunta nº 1 do questionário de avaliação	84
Figura 65 - Pergunta nº 2 do questionário de avaliação	84
Figura 66 - Pergunta nº 3 do questionário de avaliação	85
Figura 67 - Pergunta nº 4 do questionário de avaliação	85
Figura 68 - Pergunta nº 5 do questionário de avaliação	85
Figura 69 - Pergunta nº 6 do questionário de avaliação	85
Figura 70 – Resultados da pergunta nº 1 do questionário de avaliação	86
Figura 71 – Resultados da pergunta nº 2 do questionário de avaliação	86
Figura 72 – Resultados da pergunta nº 3 do questionário de avaliação	87
Figura 73 – Resultados da pergunta nº 4 do questionário de avaliação	87
Figura 74 – Resultados da pergunta nº 5 do questionário de avaliação	88
Figura 75 – Resultados da pergunta nº 6 do questionário de avaliação	88

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Benefícios e sacrifícios do cliente.....	14
Tabela 2 - Comparação dos sistemas de suporte e monitorização estudados.....	34
Tabela 3 - Comparação entre sistemas baseados em regras, Machine learning e Case-based reasoning.....	37
Tabela 4 - Comparação de importância entre os critérios.....	43
Tabela 5 - Matriz Normalizada dos critérios do segundo nível.....	44
Tabela 6 - "Valores de IR para matrizes quadradas de ordem n"(Nicola, n.d.)	44
Tabela 7 - Matriz de comparação Flexibilidade	45
Tabela 8 - Matriz de comparação Fiabilidade	46
Tabela 9 - Matriz de comparação Experiência	46
Tabela 10 - Matriz de comparação Flexibilidade normalizada	46
Tabela 11 - Matriz de comparação Fiabilidade normalizada	46
Tabela 12 - Matriz de comparação Experiência normalizada	47
Tabela 13 – Estado de conclusão dos objetivos definidos	91

Lista de Acrónimos

API	<i>Application Programming Interface</i> (Interface de programação de aplicações)
AHP	<i>Analytical Hierarhical Processing</i> (Processo de Análise Hierárquica)
BPM	<i>Beats per minute</i> (Batimentos por minuto)
CV	<i>Customer value</i> (Valor de um produto para um cliente)
DCV	Doenças cardiovasculares
ECG	<i>Electrocardiogram</i> (Eletrocardiograma)
ECHO	<i>Echocardiogram</i> (Ecocardiograma)
FFE	<i>Fuzzy Front End</i>
FHIR	<i>Fast Healthcare Interoperability Resources</i>
FMUP	Faculdade de Medicina da Universidade do Porto
GECAD	Grupo de Investigação em Engenharia e Computação Inteligente para a Inovação e o Desenvolvimento
HOQ	<i>House Of Quality</i>
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
ITEA	<i>Information Technology for European Advancement</i> (Tecnologias da Informação para o Avanço Europeu)
NCD	<i>New Concept Development</i>
NPD	<i>New Product Development</i>
PCV	<i>Perceived customer value</i> (Valor de um produto para um cliente na sua perspetiva)
QFD	<i>Quality Function Deployment</i>
SD	<i>Sequence Diagram</i> (Diagrama de sequência)
TIC	Tecnologias da informação e comunicação
UML	<i>Unified Modeling Language</i> (Linguagem de modelagem unificada)
UC	<i>Use Case</i> (Caso de uso)
WHO	<i>World Health Organization</i> (Organização mundial de saúde)

1 Introdução

Neste capítulo é apresentado o contexto do trabalho e identificado o problema a se resolver, são apresentados os objetivos a se atingir e os resultados esperados. Por fim, apresenta-se o código de ética e conduta, assim como a estrutura do presente documento.

1.1 Contexto

Derivado da evolução tecnológica constante existe, cada vez mais, a adoção de soluções tecnológicas em diversas áreas. A digitalização encontra-se presente no nosso dia a dia como por exemplo, na utilização de uma aplicação *mobile* para visualizar o extrato do banco, em vez de idas presenciais ao banco.

Com a digitalização cada vez mais presente, as áreas da saúde têm sido muito influenciadas pela tecnologia, procurando sempre inovar nas suas metodologias. Uma tendência que tem vindo a surgir são as plataformas de *e-learning* ou *e-coaching*, que basicamente consistem em fornecer um suporte personalizado para um utilizador, referente a um determinado tema.

Diante destas plataformas estarem cada vez mais emergentes no mercado, a área da saúde também investiu em criar plataformas que forneçam suporte personalizado a pacientes. Neste âmbito, enquadra-se o projeto Inno4Health, um projeto que visa estimular a inovação no monitoramento contínuo da saúde e da condição física para informar os pacientes e seus médicos (*About Inno4Health*. - *Inno4Health*, n.d.). O presente trabalho estará inserido no contexto do projeto Inno4Health.

Com o desenvolvimento do projeto Inno4Health, pretende-se:

- Facilitar o suporte médico a pacientes com mobilidade reduzida;
- Possibilitar recomendações médicas personalizadas;
- Reduzir o número de idas às urgências;
- Fornecer acompanhamento médico de forma remota.

1.2 Problema

As doenças vasculares têm um impacto negativo na qualidade de vida dos pacientes com este tipo de doenças. Estes pacientes encontram-se restringidos em termos de mobilidade, devido à necessidade de consultas e internamentos constantes.

O acompanhamento dos pacientes com doenças vasculares é, maioritariamente, realizado através da delineação de planos de tratamento presenciais como, por exemplo, consultas e tratamentos. Esta metodologia tradicional de tratamento médico possui a lacuna de os pacientes ficarem sem acompanhamento entre as consultas e tratamentos. Isto leva a que o paciente não consiga gerir a sua doença da melhor forma, assim como os profissionais de saúde não consigam acompanhar o estado do paciente sem ser nos momentos presenciais de tratamento.

Diante dos problemas identificados, é possível concluir que existe a necessidade de promover suporte remoto aos pacientes de doenças vasculares, através de recomendações dos profissionais de saúde para o paciente, assim como permitir o profissional de saúde realizar o acompanhamento remoto do estado e progresso dos seus pacientes.

1.3 Objetivos

O trabalho proposto assume o desenvolvimento de um conjunto de Tecnologias da informação e comunicação (TIC), com abordagens inovadoras e eficientes, que permita a monitorização remota do paciente e suporte à gestão da doença.

Pretende-se o desenvolvimento de um sistema inteligente que constitua uma ferramenta para complementar a prestação de cuidados de saúde de elevada qualidade, não se pretendendo interferir com os processos iniciais de diagnóstico das doenças vasculares ou de prescrição de terapêutica farmacológica.

O sistema centrar-se-á na capacitação do doente para monitorizar e melhorar a sua saúde e dos prestadores de cuidados de saúde para uma decisão clínica apoiada por melhor informação, tornando os cuidados de saúde mais eficientes e sustentáveis.

Este sistema deverá permitir atingir os seguintes objetivos:

- Monitorizar pacientes remotamente;
- Melhorar as capacidades de os pacientes gerirem as suas doenças;
- Fornecer tratamento personalizado remotamente;
- Promover maior eficácia no trabalho dos profissionais de saúde.

1.4 Resultados esperados

Após o desenvolvimento do presente trabalho, é esperado obter-se uma solução que cumpra os objetivos estabelecidos na secção 1.3, de forma a se resolver o problema que foi identificado na secção 1.2.

Esta solução deverá assumir a forma de um sistema inteligente que forneça recomendações personalizadas ao paciente, a partir de regras estabelecidas pelo profissional de saúde, assim como permitir ao profissional de saúde verificar o estado dos seus pacientes, e acompanhar o progresso dos mesmos.

1.5 Código de ética e conduta profissional

De forma a garantir que o projeto seja bem-sucedido, existe a necessidade de se estabelecer um código de ética a se seguir. A aplicação deste conceito visa promover a satisfação de todos os participantes do projeto garantindo o nível de profissionalismo, que o âmbito do presente trabalho exige, assim como uma postura homogênea entre todos os integrantes do projeto.

O código de ética adotado consiste nos integrantes do presente trabalho estarem conscientes e respeitarem as seguintes normas:

- **Agir com profissionalismo:** Os integrantes do projeto devem assumir a responsabilidade pelas suas ações, assim como possuir as competências necessárias para a realização deste trabalho.
- **Garantir confidencialidade:** Os integrantes do projeto devem garantir que não há a partilha de nenhuma informação confidencial do presente trabalho, para elementos externos ao projeto.
- **Adotar uma postura de honestidade:** Os integrantes do projeto devem agir com dignidade durante a realização do presente trabalho, garantindo a veracidade do trabalho realizado.

As adoções destas normas, por todos os elementos do projeto, garantem um ambiente de trabalho saudável e uma maior probabilidade de sucesso.

1.6 Estrutura do documento

O presente documento está estruturado em oito capítulos. No primeiro capítulo, a Introdução, aborda-se o âmbito do trabalho, apresentando o contexto, o problema a se resolver, os objetivos a se atingir, os resultados esperados, o código de ética e conduta profissional adotado e a estrutura do presente documento.

De seguida, temos o capítulo de Contexto, onde se explora, detalhadamente, o âmbito do trabalho proposto, apresenta-se o projeto em que o presente trabalho se encontra inserido e, por fim, apresentam-se conceitos importantes para o trabalho em questão.

No terceiro capítulo, Análise de valor, é apresentada uma proposta de valor, uma análise quanto à inovação e o modelo de negócio.

No quarto capítulo, Estado da arte, apresenta-se a metodologia de pesquisa utilizada, é explorado o estado atual do mercado e da literatura quanto a sistemas de apoio à tomada de decisão direcionados para o apoio de pacientes com doenças vasculares, sistemas baseados em regras, assim como são apresentadas as tecnologias que serão utilizadas no desenvolvimento do presente trabalho.

No quinto capítulo, Modelação da solução, é feita uma análise dos requisitos funcionais e não funcionais e, posteriormente, são apresentados os documentos associados ao desenvolvimento do sistema como o modelo de domínio e propostas de arquitetura.

No sexto capítulo, Desenvolvimento, apresenta-se a análise exploratória dos dados realizada, assim como o processo de implementação da solução acompanhado de todas as tomadas de decisão durante o processo de desenvolvimento.

No sétimo capítulo, Experimentação e avaliação, é especificada a hipótese de investigação, são identificados os indicadores e fontes de informação, assim como é descrita a metodologia utilizada para avaliar a solução desenvolvida.

No último capítulo, Conclusão, apresenta-se, de forma sucinta, quais foram os resultados obtidos face aos que se tinha estabelecido assim como o trabalho futuro a se realizar.

2 Contexto

Neste capítulo é explorado, de forma detalhada, o âmbito do trabalho proposto, apresentado o projeto em que o presente trabalho se encontra inserido e conceitos importantes para o presente trabalho.

2.1 Inno4Health

O Inno4Health (*About Inno4Health*. - *Inno4Health*, n.d.) é um projeto de investigação e inovação financiado pelo cluster de pesquisa denominado por Tecnologias da Informação para o Avanço Europeu (*ITEA 4 · Project · 19008 INNO4HEALTH*, n.d.). O projeto visa desenvolver novas tecnologias, produtos e serviços para melhorar a saúde e o bem-estar dos cidadãos europeus.

O projeto reúne um consórcio de empresas, instituições de investigação e organizações de saúde de toda a Europa para colaborar na investigação e desenvolvimento em áreas como a saúde digital, a medicina personalizada e a área de *e-Health*.

Este projeto está focado em alavancar os mais recentes avanços nas tecnologias da informação e comunicação para criar soluções inovadoras que possam ajudar a melhorar a qualidade dos cuidados de saúde e torná-lo mais acessível às pessoas.

Das demais entidades internacionais que participam neste projeto, para o presente trabalho, são de realçar as entidades do consórcio português:

- **GECAD** – O Grupo de Investigação em Engenharia e Computação Inteligente para a Inovação e o Desenvolvimento (*Gecad - Home*, n.d.), é sediado no Instituto Politécnico de Engenharia do Porto (ISEP), em Portugal. O GECAD centra-se na investigação nas áreas da ciência da computação, sistemas e telecomunicações e inteligência artificial. O grupo realiza investigação básica e aplicada e colabora com a indústria e outras instituições académicas. Alguns dos projetos de investigação do grupo incluem trabalhos em inteligência artificial para cuidados de saúde (Souza et al., 2023; Vieira et al., 2023), assim como sistemas de transporte, cidades e edifícios inteligentes.

- **FMUP** – A Faculdade de Medicina da Universidade do Porto (*Faculdade de Medicina - Universidade Do Porto*, n.d.) é uma das mais antigas e prestigiadas escolas de medicina de Portugal, e está filiada na Universidade do Porto. A FMUP oferece programas de graduação em medicina, bem como vários programas de investigação em várias áreas da medicina. O grupo de docentes conta com vários hospitais pedagógicos, incluindo o Hospital Universitário de São João e o Hospital Geral de Santo António, onde os alunos podem adquirir experiência clínica.
- **Wiseware** – A Wiseware (*Wiseware Solutions / Wiseware Solutions*, n.d.) é uma equipa de Investigação e desenvolvimento, nas diversas áreas da tecnologia. A missão desta organização é desenvolver soluções inovadoras e de elevada qualidade. Os projetos desta organização são focados em projetos na área de saúde e bem-estar, telemetria, georreferenciação, controle e inspeção de qualidade, assim como sistemas automatizados.

Através da parceria destas 3 entidades, é possível complementar a execução e conhecimento tecnológico dos grupos GECAD e Wiseware com o conhecimento médico por parte da FMUP, de forma a obter uma solução precisa em ambas as vertentes, tecnologia e saúde.

Sendo o GECAD um dos membros inseridos neste projeto, o próprio propôs a realização do presente trabalho no contexto do projeto Inno4Health.

2.2 Arquitetura

Devido ao facto do presente trabalho ser inserido no projeto Inno4Health, existe um ecossistema já existente a ser respeitado. Dessa forma, já existe uma arquitetura para a solução do sistema inteligente a ser desenvolvido. Essa arquitetura está representada na figura 1.

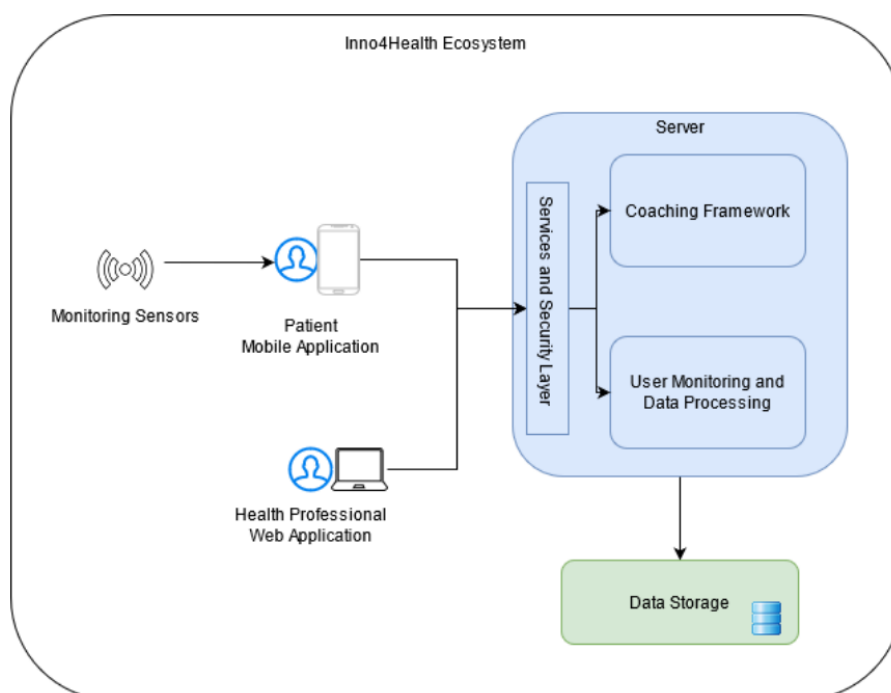


Figura 1 - Arquitetura do sistema inteligente para suporte e acompanhamento de pacientes com doenças vasculares (ITEA 4 · Project · 19008 INNO4HEALTH, n.d.)

Como apresentado na figura 1, a arquitetura para a solução proposta é composta por cinco componentes principais:

- **Sensores de monitorização** (*Monitoring Sensors*);
- **Aplicação *mobile*** (*Patient Mobile Application*);
- **Aplicação *web*** (*Health Professional Web Application*);
- **Servidor** (*Server*);
- **Base de dados** (*Data Storage*).

O componente **Sensores de monitorização** é composto por todos os sensores de monitorização e *wearables* que serão desenvolvidos e utilizados na monitorização dos dados clínicos do paciente. Os dados recolhidos durante a monitorização do paciente serão transferidos diretamente para a aplicação *mobile* do paciente e armazenados na base de dados.

A **aplicação *mobile*** descreve-se como uma aplicação para *smartphones* a ser utilizada pelos pacientes com doenças vasculares. Esta aplicação terá como funcionalidade principal fornecer recomendações personalizadas ao paciente, de acordo com as regras estabelecidas pelo profissional de saúde que estiver a acompanhar esse mesmo paciente.

Por sua vez, a **aplicação *web*** descreve-se como uma aplicação a se utilizar num browser pelos profissionais de saúde. Esta aplicação terá como funcionalidades principais permitir, ao profissional de saúde, a definição de regras a serem utilizadas na geração de recomendações

personalizadas para o paciente, assim como acompanhar o estado e progresso dos seus pacientes.

O componente **Servidor** é o principal componente da solução proposta, sendo composto por 3 módulos distintos:

- **Camada de serviços e segurança**

A Camada de Serviços e Segurança funcionará como uma porta de entrada entre os serviços do servidor e aplicações externas, como a aplicação mobile do paciente e a aplicação web dos profissionais de saúde. Uma vez que os dados que serão tratados são dados pessoais e sensíveis, esta camada também será composta por protocolos de segurança, de forma a garantir a segurança, privacidade e integridade de todos os dados que sejam recebidos pelo servidor.

- **Coaching Framework**

A Coaching Framework irá processar os dados recolhidos do paciente de forma a fornecer apoio personalizado através da apresentação de recomendações sobre comportamentos a adotar e atividades a realizar. Além deste componente orientado para ajudar o paciente a melhor gerir a sua doença, a Coaching Framework também apresentará *insights* significativos para os profissionais de saúde em relação ao estado de saúde dos seus pacientes.

- **Monitorização do utilizador e processamento de dados**

O componente Monitorização do utilizador e Processamento de Dados reunirá todos os dados relacionados com o paciente, dados estes recolhidos a partir dos sensores de monitorização. Este componente também utilizará algoritmos de inteligência artificial para processar todos os dados recebidos. Após o processamento dos dados, este módulo tem como saída um feedback importante em relação à condição de saúde do paciente e será utilizado para auxiliar nos seus cuidados de saúde.

Por fim, o componente **Base de dados** será responsável por armazenar todos os dados que forem recolhidos e tratados no servidor, garantindo a sua segurança, privacidade e integridade.

Devido à enorme abrangência do projeto Inno4Health, o presente trabalho irá focar-se no componente da **aplicação web** para o profissional de saúde e no módulo **Coaching Framework**, do componente do servidor. Dessa forma, no âmbito do presente trabalho, todos os restantes componentes e módulos serão considerados como já existentes.

2.3 Doenças vasculares

As doenças cardiovasculares (DCV), grupo de doenças onde as doenças vasculares estão compreendidas, afetam o sistema circulatório, mais especificamente o coração e os vasos

sanguíneos. Existem vários tipos de DCV, mas as mais preocupantes são as que incidem nas artérias do coração ou nas artérias do cérebro.

Quase todas as DCV são provocadas pelo depósito de placas de gordura e cálcio no interior das artérias que conseqüentemente, dificultam, ou impedem na totalidade, a circulação sanguínea nos órgãos(SNS, n.d.).

Para o presente trabalho, são importantes de realçar 3 doenças vasculares:

- **Claudicação intermitente** – Esta doença consiste na obstrução nas artérias que conduzem o sangue até aos músculos (*Claudicação Intermitente*, n.d.).
- **Pé diabético** – Diabetes é uma doença crónica que promove a existência de elevados níveis de glicose no sangue provocando, por exemplo, lesões no coração ou vasos sanguíneos(*O Que é a Diabetes | Hospital Santa Maria – Porto*, n.d.). Por sua vez, o Pé diabético é a designação que se dá aos problemas do pé que surgem por causa da doença Diabetes (*Pé Diabético: O Que é, Sintomas e Tratamento | CUF*, n.d.).
- **Úlcera venosa** – Esta doença caracteriza-se pelo mau funcionamento das veias. As veias perdem a capacidade de retornar o sangue ao coração, fazendo com que se acumule sangue nos membros inferiores, provocando a aparência de varizes (*Úlcera Venosa*, n.d.).

Estas 3 doenças vasculares, serão o foco para a solução a se desenvolver no presente trabalho.

2.3.1 Fatores de risco

Os fatores de risco são condições que afetam diretamente a probabilidade de sofrer uma doença cardiovascular.

Associados às DCV existem dois tipos de fatores de risco, os fatores de risco modificáveis e os não modificáveis(SNS, n.d.).

2.3.1.1 Fatores de risco modificáveis

Os fatores de risco modificáveis representam os fatores que são possíveis ter controle sobre. Entre os diversos fatores de risco modificáveis, listam-se os seguintes:

- Quantidade de açúcar no sangue
- Colesterol
- Pressão arterial
- Excesso de Peso
- Tabagismo
- Consumo de bebidas alcoólicas
- Exercício físico

2.3.1.2 Fatores de risco não modificáveis

Os fatores de risco não modificáveis representam os fatores que afetam diretamente na incidência de DCV, mas que não existe controle sobre. Entre os diversos fatores de risco não modificáveis, listam-se os seguintes:

- Idade
- Sexo
- Genética

2.3.2 Impacto das doenças vasculares

De acordo com a organização mundial de saúde (WHO) as DCV representam a principal causa de morte global (WHO - World Health Organization, n.d.).

Para além de ser a principal causa de morte em todo o mundo, a WHO disponibiliza os seguintes factos (*Cardiovascular Diseases (CVDs)*, n.d.):

- No ano de 2019, uma estimativa de 17.9 milhões de pessoas morreram de DCV, representando 32% de todas as mortes desse ano.
- No ano de 2019, das estimadas 17.9 milhões de pessoas que morreram de DCV, 85% foram de ataques cardíacos e derrames
- Três quartos das mortes por DCV acontecem nos países de classe baixa e classe média.
- No ano de 2019, das 17 milhões de mortes prematuras que aconteceram, 38% foram causadas por DCV.

2.4 E-coaching

O *e-coaching* é um método de *coaching* online e consiste em fornecer serviços de *coaching* remotamente. Para tornar isto possível existe a necessidade de haver plataformas digitais disponibilizadas na internet, de forma a haver uma ponte de comunicação entre o treinador (*coach*) e a pessoa a ser treinada (Kamphorst, 2017).

O *e-coaching* pode incluir uma vasta gama de tópicos como, por exemplo, *coaching* de carreira, saúde, bem-estar e desenvolvimento pessoal. Este tipo de *coaching* pode ser usado para ajudar pessoas a definir e alcançar objetivos, superar desafios e fazer mudanças positivas nas suas vidas. O *e-coaching* pode ser feito de forma individual ou em grupo (*E-Coaching*, n.d.).

O *e-coaching* está a tornar-se cada vez mais popular, uma vez que a tecnologia torna mais fácil e conveniente a ligação com um treinador remotamente, assim como disponibiliza preços mais em conta, devido a não haver custos de transportes.

O *e-coaching* insere-se no contexto do presente projeto pois é através da adoção desta metodologia que se pretende fornecer aos pacientes de doenças vasculares uma melhor qualidade de vida, uma vez que os pacientes irão receber tratamento personalizado de forma remota, reduzindo a dependência que os pacientes têm de ir constantemente aos hospitais para qualquer informação profissional médica que necessitem.

3 Análise de Valor

Neste capítulo é estudado o valor gerado pelo sistema a se desenvolver no presente trabalho, é apresentada a proposta de valor do mesmo, é analisado o processo de inovação, assim como apresentado o modelo de negócio.

3.1 Valor

O valor de um produto para um cliente, *customer value* (CV), é um fator crucial para as organizações, uma vez que é a partir deste que se compreende a maneira como os clientes visualizam e valorizam os produtos disponibilizados (Graf & Maas, 2014).

O CV pode ser definido sendo o valor que um cliente associa a um produto, considerando os benefícios que irá adquirir, assim como os sacrifícios de aquisição do mesmo, comparativamente à concorrência existente no mercado, de maneira imparcial (Graf & Maas, 2014).

Por sua vez, existe o valor de um produto para um cliente na sua perspectiva, *perceived customer value* (PCV). Assim como o CV, o PCV é o valor que um cliente associa a um determinado produto. No entanto, em vez de se considerar os benefícios em relação ao custo de aquisição, de uma maneira imparcial, o PCV considera os benefícios e sacrifícios de uma maneira subjetiva (Graf & Maas, 2014). Isto significa que fatores pessoais como experiências anteriores ou gostos pessoais, impactam diretamente no PCV definido pelo cliente.

De forma a analisar o valor oferecido ao cliente no momento de aquisição do sistema desenvolvido durante o presente trabalho, a Tabela 1 apresenta os benefícios e sacrifícios de aquisição do mesmo, constituindo assim o CV do cliente. É importante de realçar que o PCV do cliente não é possível ser simulado, uma vez que este valor considera fatores subjetivos ao cliente.

Tabela 1 - Benefícios e sacrifícios do cliente

Benefícios	Sacrifícios
Redução das idas às urgências	Custos monetários para aquisição do sistema
Acompanhamento profissional de forma remota	Adaptação ao sistema por parte dos pacientes e dos profissionais de saúde
Maior autonomia para os pacientes	

3.2 Proposta de valor

A proposta de valor pode-se definir como sendo “os artigos de valor, como produtos e serviços, que são oferecidos, pela empresa ao cliente, para atender às necessidades do mesmo” (Osterwalder & Pigneur, 2003). Dessa forma, a proposta de valor visa identificar o valor que o seu produto oferece aos clientes que o adquirem.

Com o intuito de se definir a proposta de valor, associada ao sistema desenvolvido no presente trabalho, de maneira sistemática e simples adota-se a aplicação do modelo de Osterwalder para uma definição de proposta de valor de fácil compreensão.

Na figura 2, assim como no Anexo B, para uma melhor leitura, encontra-se a proposta de valor aplicando o modelo de Osterwalde.

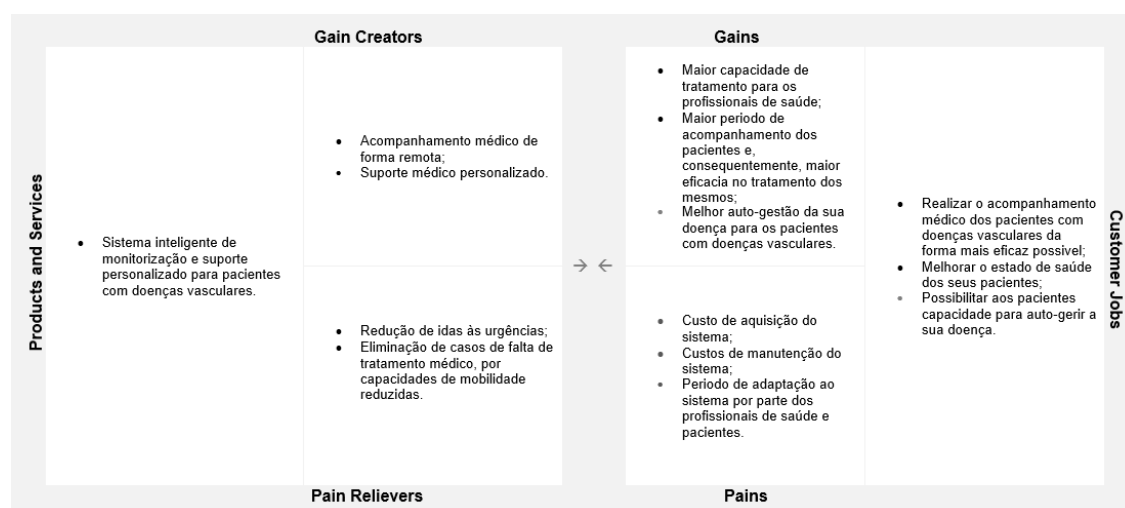


Figura 2 - Proposta de valor usando o modelo de Osterwalder (Disciplina: DEI - Inovação e Empreendedorismo - 1o Semestre 2022/2023, n.d.)

Como apresentado na figura 2, a proposta de valor pode ser definida como os clientes serem os profissionais de saúde e o valor que o sistema, desenvolvido durante este trabalho, fornece aos seus clientes é capacitar os mesmos de realizar acompanhamento remoto dos seus pacientes, podendo verificar o estado e progresso dos mesmos, assim como possibilitar que os pacientes dos profissionais de saúde consigam gerir a sua doença de uma melhor forma, obtendo assim,

uma maior autonomia na gestão da sua doença e, conseqüentemente, uma melhor qualidade de vida.

3.3 Quality Function Deployment

Quality Function Deployment (QFD) é uma ferramenta utilizada no processo de criação de um novo projeto, numa organização, e tem o intuito de garantir que o novo produto, terá como foco as necessidades do cliente, assim como definir o que precisa ser feito, quem irá fazer e quando (Crawford & Benedetto, 2011).

De forma a aplicar esta ferramenta, utiliza-se uma matriz de planeamento denominada *House Of Quality* (HOQ). Esta matriz é responsável por resumir múltiplas características do producto e relacionar as mesmas entre si e com as necessidades do cliente (Crawford & Benedetto, 2011).

De forma a aplicar a ferramenta QFD, garantindo que o produto, desenvolvido no presente trabalho, terá como foco atender às necessidades do cliente através de um produto de qualidade e diferenciado, realizou-se o preenchimento da matriz HOQ, utilizando-se um template já existente (*Quality Function Deployment Template – Continuous Improvement Toolkit*, n.d.). Esta matriz preenchida, encontra-se na figura 3, assim como no Anexo D, para melhor visualização da mesma.

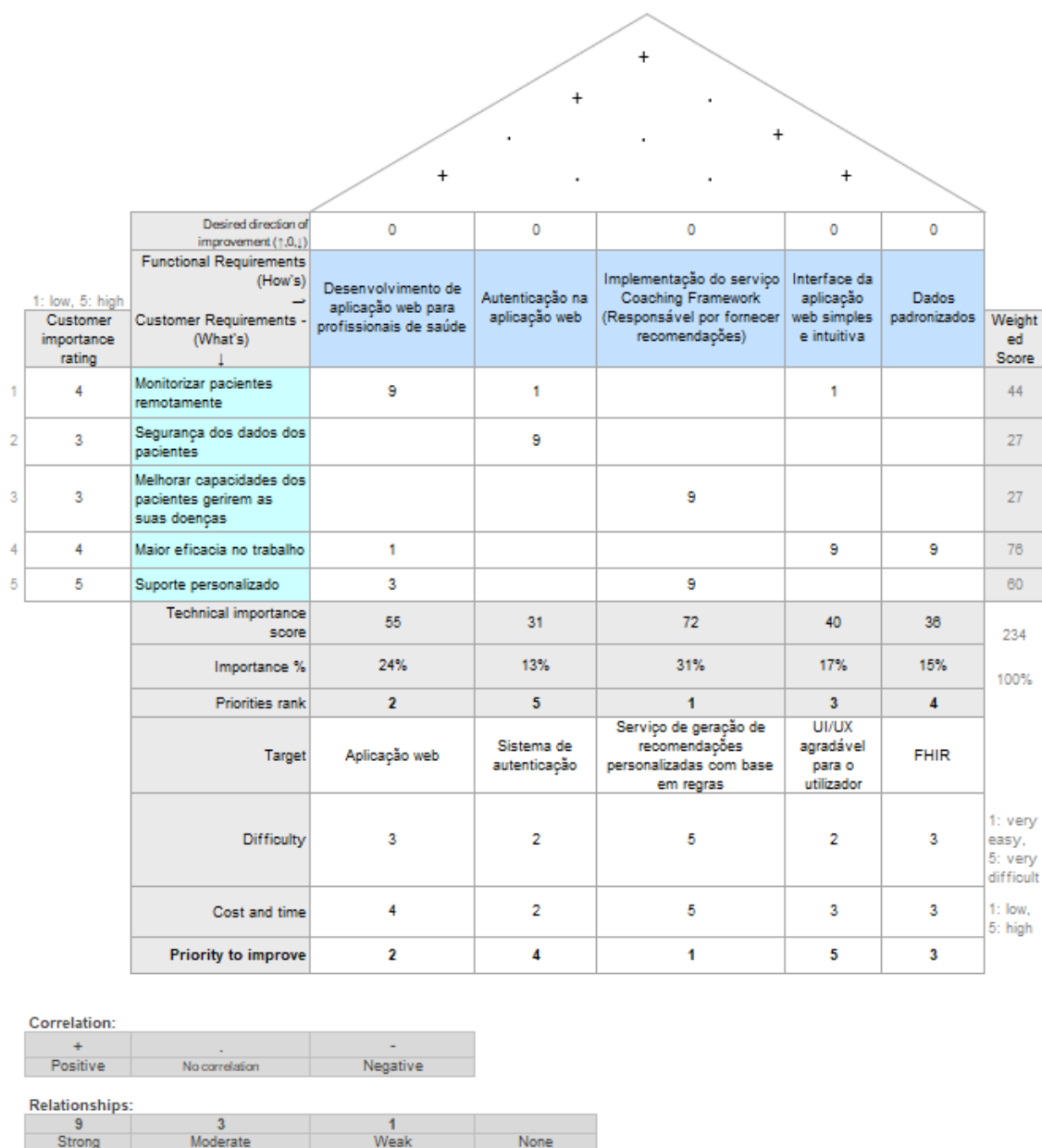


Figura 3 - Matriz HOQ preenchida

Através da matriz HOQ preenchida, ilustrada na figura 3, é possível visualizar os requisitos do cliente identificados, os requisitos funcionais de como irá se realizar a implementação das funcionalidades identificadas, a relação entre esses mesmos requisitos, assim como a algumas métricas calculadas quanto à importância de cada requisito.

Quanto aos requisitos do cliente identificados, é possível verificar que se identificaram 5:

- **RC1:** Monitorizar pacientes remotamente;
- **RC2:** Segurança dos dados dos pacientes;
- **RC3:** Melhorar a capacidade de os pacientes gerirem as suas doenças;

- **RC4:** Maior eficácia no trabalho;
- **RC5:** Suporte personalizado aos pacientes.

Por sua vez, foram identificados 5 requisitos funcionais:

- **RF1:** Desenvolvimento de uma aplicação web para profissionais de saúde;
- **RF2:** Autenticação na aplicação web;
- **RF3:** Implementação do serviço Coaching Framework (Serviço responsável por fornecer recomendações personalizadas);
- **RF4:** Interface da aplicação web simples e intuitiva;
- **RF5:** Dados com um formato padronizado.

Após a identificação dos requisitos, é possível verificar a relação entre os diferentes requisitos.

Quanto ao requisito RC1, verifica-se uma relação forte com o RF1 e uma relação fraca com o RF2. Isto reflete-se pelo facto de que o RC1, a monitorização de paciente remotamente, irá ser obtida através de uma aplicação web, RF1 e RF2.

Quanto ao requisito RC2, verifica-se uma relação forte com o RF2, uma vez que a autenticação na aplicação web irá permitir com que os dados só sejam acedidos pelos profissionais de saúde que tenham autorização, mantendo a integridade e segurança dos dados dos pacientes.

Por sua vez, quanto ao requisito RC3, verifica-se uma relação forte com o requisito RF3, uma vez que os pacientes irão conseguir gerir as suas doenças de maneira mais autónoma ao receberem recomendações personalizadas automaticamente. Para isso ser possível, será realizado o desenvolvimento de um serviço denominado por Coaching Framework que será responsável por gerar recomendações personalizadas e enviá-las aos respetivos pacientes.

Quanto ao requisito RC4, verifica-se uma relação forte com os requisitos RF4 e RF5, assim como uma relação fraca com o requisito RF1. De forma a obter uma maior eficiência no tratamento e acompanhamento dos pacientes, é necessário que exista a plataforma web e, principalmente, que a mesma seja fácil e intuitiva de ser utilizada, assim como os dados inseridos e visualizados, na plataforma, respeitem sempre o mesmo padrão de formatação.

Por fim, quanto ao requisito RC5, verifica-se uma relação moderada com o RF1 e uma relação forte com o RF3. Estas relações foram estabelecidas pelo facto de que para que a solução forneça suporte personalizado ao paciente, é necessário o profissional de saúde definir e gerir regras na aplicação web, assim como é necessário que o sistema utilize as regras estabelecidas pelo profissional de saúde para gerar recomendações personalizadas.

3.4 Processo de inovação

Devido ao crescimento da adoção de tecnologias no mercado, existe cada vez mais, uma maior facilidade de se disponibilizar um novo produto. Esta facilidade com que se disponibiliza um novo produto no mercado reflete-se na variedade de opções que os clientes encontram no momento de adquirir um determinado produto.

Dessa forma, as empresas necessitam de se realçar entre as demais opções e, para isso, é necessário garantir que o produto, que a empresa está a tentar introduzir no mercado, tenha qualidade e entrega valor diferenciado para o cliente.

Para garantir que exista a disponibilização de produtos diferenciados e com qualidade para os clientes, existe um processo de inovação a se analisar. Este processo de inovação possui 3 fases: *Fuzzy Front End* (FFE), *New Product Development* (NPD) e a comercialização, como apresentado na figura 4.

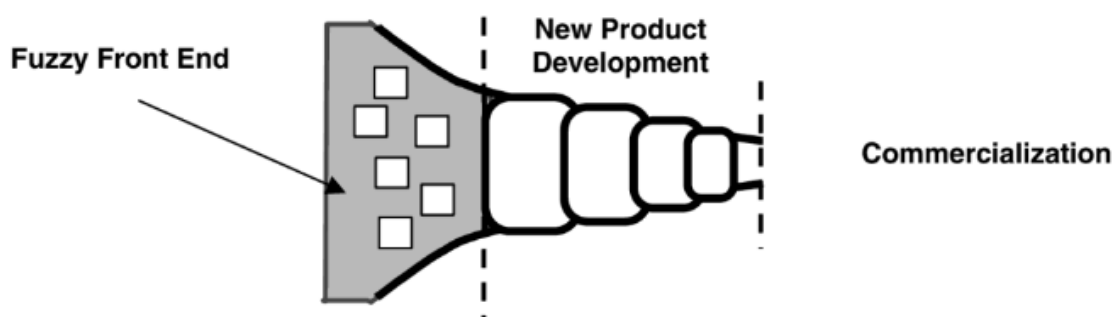


Figura 4 - Fases do processo de inovação (The PDMA ToolBook 1 for New Product Development - Google Livros, n.d.)

3.4.1 Fuzzy Front End

A fase FFE, é a fase inicial do processo de inovação onde as ideias de um possível produto são analisadas e exploradas, antes de se realizar a produção e comercialização do produto final.

Esta fase é caracterizada por haver incertezas e falta de definições sobre o produto, uma vez que é nesta fase que se irá procurar definir o que se pretende para o produto final. Isto irá ser obtido a partir de atividades como pesquisa, *brainstorming* e análises, sendo uma fase onde a criatividade está bastante presente.

O objetivo final desta etapa é, após analisar múltiplas ideias para um potencial produto, selecionar as ideias mais promissoras e prosseguir para a fase de desenvolvimento (NPD). Esta fase é importante para garantir que o trabalho futuro ocorra sobre ideias inovadoras e com potencial de sucesso.

Após analisada a fase FFE, é possível indicar que a aplicação desta etapa nas organizações é complicada devido à falta de definições e procedimentos a seguir. Diante da necessidade de se

ultrapassar este problema, surgiu o modelo *New Concept Development* (NCD) que visa padronizar a aplicação desta etapa.

O modelo NCD consiste em 3 partes essenciais (*The PDMA ToolBook 1 for New Product Development - Google Livros, n.d.*):

- O motor ou *bull's-eye* inclui a liderança, a cultura e a estratégia de negócio da organização. Estes fatores influenciam os cinco elementos-chave controláveis pela organização;
- A área interna do raio define os cinco elementos-chave controláveis pela organização. Os cinco elementos referidos são: identificação de oportunidades, análise de oportunidades, geração e enriquecimento de ideias, seleção de ideias e definição do conceito.
- Os fatores de influência consistem em fatores externos que afetam o processo de inovação até à fase de comercialização, mas não são controláveis pela organização. Exemplos destes fatores são: Canais de distribuição, leis, políticas do governo, clientes, concorrência, economia e a evolução de ciências que possam estar envolvidas.

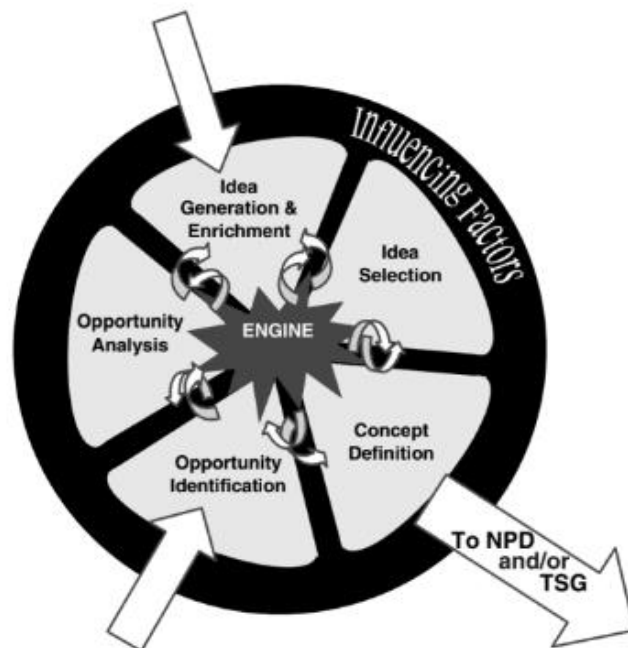


Figura 5 - NCD model(*The PDMA ToolBook 1 for New Product Development - Google Livros, n.d.*)

Apresentado o modelo NCD, irá se realizar uma análise mais detalha dos elementos-chave controláveis pela organização, assim como uma aplicação dos mesmos ao presente trabalho.

3.4.1.1 Identificação de oportunidades

Através deste elemento, a organização identifica as oportunidades em que pretendem investir considerando o potencial de sucesso da mesma, assim como os objetivos de negócio da organização (*The PDMA ToolBook 1 for New Product Development - Google Livros, n.d.*).

A identificação de oportunidades pode ser formal, através de por exemplo, um processo bem definido que considera os fatores externos de influência, ou informal, através de, por exemplo, identificação de uma necessidade de um determinado cliente.

No contexto do presente trabalho, com a evolução das TIC, surgiu a oportunidade de se aplicar as capacidades tecnológicas no ramo da saúde, de forma a possibilitar o acompanhamento médico remotamente, assim como reduzir a dependência dos pacientes com doenças vasculares de idas aos hospitais.

3.4.1.2 Análise de oportunidades

Após a identificação de possíveis oportunidades na etapa anterior, realiza-se uma análise sobre as mesmas, de forma a perceber que oportunidades têm valor de investimento considerando alguns fatores como: a estratégia da organização, o mercado atual e a concorrência já existente (*The PDMA ToolBook 1 for New Product Development - Google Livros*, n.d.).

Analisando a oportunidade definida na etapa anterior, é possível verificar que o acompanhamento médico nos dias de hoje é realizado sempre presencial. Dessa forma, é possível verificar que a oportunidade, previamente identificada, possui as seguintes características que representam bons indicadores de sucesso futuro:

- Carência de concorrência quanto a sistemas que permitam realizar acompanhamento médico remotamente;
- Grande potencial de adesão destes tipos de sistemas, devido às suas vantagens;
- Alinhamento com os objetivos da organização, isto é, melhorar a qualidade de vida dos pacientes.

3.4.1.3 Geração e enriquecimento de ideias

A geração e enriquecimento de ideias consiste em um processo iterativo onde surgem novas ideias, assim como combinam-se, modificam-se e melhoram-se ideias já existentes (*The PDMA ToolBook 1 for New Product Development - Google Livros*, n.d.).

No presente trabalho, as ideias que surgiram partiram muito de iniciativas informais de *brainstorming*. Sempre que uma ideia surgia, realizava-se um processo iterativo de alterações e melhoria, visando retirar o máximo proveito de cada ideia gerada.

3.4.1.4 Seleção de ideias

A seleção de ideias consiste no processo de se escolher, entre todas as ideias resultantes da etapa anterior, a ideia com maior valor e potencial para a organização, de acordo com os objetivos que a organização pretende atingir (*The PDMA ToolBook 1 for New Product Development - Google Livros*, n.d.).

No presente trabalho, de forma a selecionar as ideias que seriam para prosseguir para a próxima etapa, realizaram-se reuniões formais, com todos os integrantes do projeto, definindo quais seriam as melhores ideias, através de uma metodologia de votação.

3.4.1.5 Definição do conceito

Por último, o elemento definição do conceito, consiste em se definir um caso fiável para a organização investir, possibilitando a passagem para a próxima etapa do processo de inovação, a etapa de desenvolvimento (NPD) (*The PDMA ToolBook 1 for New Product Development* - Google Livros, n.d.).

No presente trabalho, a oportunidade identificada foi definida como sendo o desenvolvimento de um sistema inteligente de monitorização e suporte personalizado a pacientes com doenças vasculares. Considerando o desenvolvimento deste projeto, poderá se atingir um dos objetivos do projeto Inno4Health que é melhorar a saúde e o bem-estar dos cidadãos europeus (*About Inno4Health*. - Inno4Health, n.d.).

3.4.2 New Product Development

Após a fase FFE terminar, irá se usar as ideias selecionadas e prosseguir para a fase de desenvolvimento. Nesta fase, irá ocorrer o design e implementação do produto a ser comercializado.

Durante este processo, irá se construir protótipos, testar o produto e refinar o produto iterativamente, até se obter o produto final pronto para se comercializar.

No presente trabalho esta fase consiste no desenvolvimento da solução, testes sobre a mesma, assim como a manutenção do mesmo.

3.4.3 Comercialização

A última etapa do processo de inovação, comercialização, consiste em disponibilizar o produto final que foi obtido na fase de desenvolvimento no mercado.

É importante garantir que ocorra um processo detalhado, desde o momento de lançamento do produto, até ao momento de apenas garantir a disponibilidade do produto nos locais de venda.

Ainda nesta fase, irão ser trabalhadas campanhas de marketing e vendas, de forma a promover um aumento das vendas do produto disponibilizado.

No contexto deste trabalho, a comercialização passaria por disponibilizar o sistema desenvolvido a hospitais e outras instituições da saúde, assim como realizar campanhas de marketing de forma a promover a adesão à solução.

3.5 Modelo de negócio

Um modelo de negócio é a “maneira como uma empresa está estruturada para gerar e capturar valor” (*P2-Innovation Management and Business Idea Formulation*, n.d.).

Uma maneira sistemática e simples de se criar um modelo de negócios é utilizando um template. No presente trabalho, para se obter o modelo de negócio irá ser utilizado o template CANVAS model, ilustrado na figura 6.

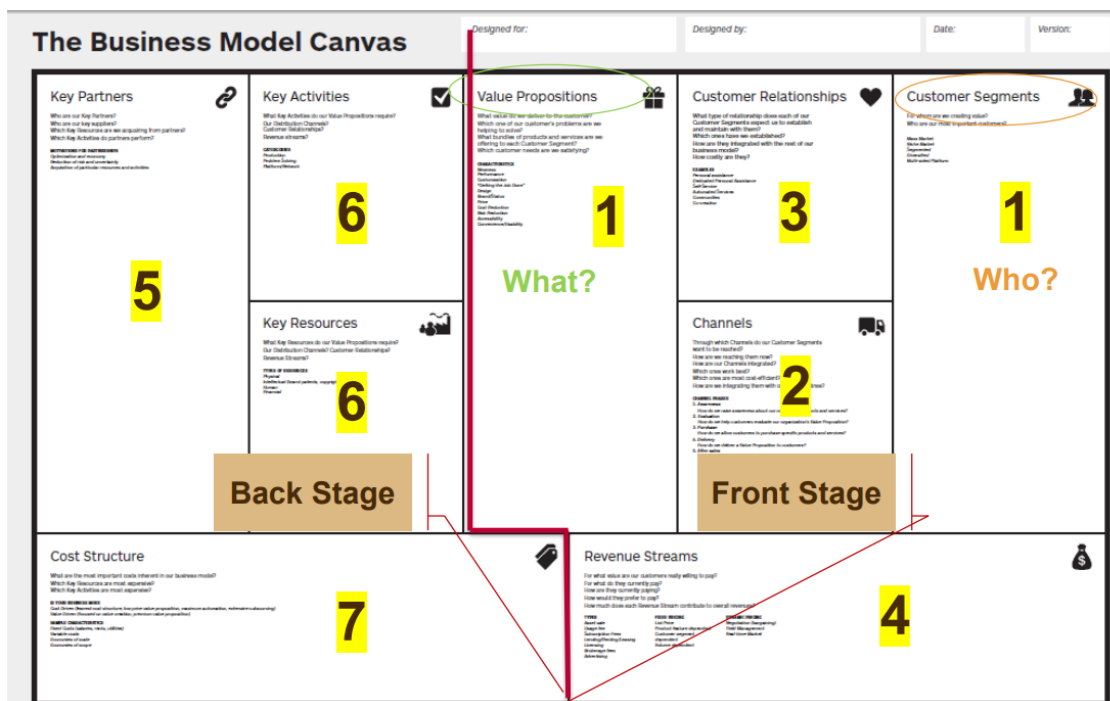


Figura 6 - CANVAS model (Disciplina: DEI - Inovação e Empreendedorismo - 1o Semestre 2022/2023, n.d.)

Analizando o *template CANVAS model* presente na figura 6, é possível verificar que para definir um modelo de negócio, existem múltiplos fatores a considerar. Estes fatores podem ser divididos em duas categorias, o *back stage*, onde se analisa os fatores independentes dos clientes finais, e o *front stage*, onde se analisa os fatores dependentes dos clientes finais.

Relativamente aos fatores de *back stage*, serão definidos os seguintes fatores:

- **Parceiros chave (Key Partners)** - Definir que parceiros são necessárias para atingir o que se definiu quando à proposta de valor, relação de clientes, canais de distribuição e fontes de rendimento.
- **Atividades chave (Key Activities)** - Definir que atividades são necessárias para atingir o que se definiu quando à proposta de valor, relação de clientes, canais de distribuição e fontes de rendimento.
- **Recursos chave (Key Resources)** - Definir que recursos são necessárias para atingir o que se definiu quando à proposta de valor, relação de clientes, canais de distribuição e fontes de rendimento.

- **Estrutura de custos (*Cost Structure*)** – Identificar quais são os custos mais importantes para o projeto quanto a recursos e atividades.

Relativamente aos fatores de *front stage*, serão definidos os seguintes fatores:

- **Proposta de valor (*Value Proposition*)** – Identifica que valor se irá entregar para os clientes.
- **Relação com os clientes (*Customer Relationships*)** – Define o tipo de relação que se irá estabelecer e manter com o cliente.
- **Segmentos de clientes (*Customer Segments*)** – Define para quem é que a organização visa entregar valor com o seu novo produto.
- **Canais de distribuição (*Channels*)** – Define como o produto chegará ao cliente da maneira mais rápida, barata e eficiente possível.
- **Fontes de rendimento (*Revenue Streams*)** – Perceber que valor os clientes estarão dispostos a pagar pelo produto que a organização irá disponibilizar e como realizarão o pagamento.

Aplicando o *CANVAS model*, previamente apresentado e analisado, obteve-se o modelo de negócios apresentado na figura 7, modelo presente no Anexo B para uma melhor leitura.

Parceiros chave - Hospitais; - Faculdades de medicina; - Empresas da área de saúde.	Atividades chave - Desenvolvimento do sistema; - Manutenção do sistema; - Formações de como utilizar o sistema.	Proposta de valor - Redução de pessoas nas urgências do hospital; - Melhoria no acompanhamento médico de pacientes com doenças vasculares; - Promoção de melhor auto-gestão de doenças vasculares, melhorando consequentemente a qualidade de vida dos pacientes.	Relação com os clientes Relação de profissionalismo, transparência e fiabilidade. Pretende-se que tanto os pacientes de doença vasculares como os profissionais de saúde responsáveis pelos pacientes, adiram à utilização do sistema inteligente	Segmentos de clientes - Hospitais - Pacientes
	Recursos chave - Software; - Sensores;		Canais de distribuição - Campanhas de publicidade pelos diversos meios de comunicação; - Contacto direto com potenciais clientes.	
Estrutura de custos - Desenvolvimento do sistema; - Manutenção do sistema;			Fontes de rendimento Comercialização do sistema desenvolvido.	

Figura 7 - Modelo de negócio

4 Estado da arte

Neste capítulo é apresentado a metodologia de pesquisa utilizada, é explorado o estado atual do mercado e da literatura quanto a sistemas de apoio à tomada de decisão direcionados para o apoio de pacientes com doenças vasculares, e sistemas baseados em regras, assim como são apresentadas as tecnologias utilizadas durante o desenvolvimento do presente trabalho.

4.1 Metodologias de pesquisa

Ao pesquisar artigos para a realização do presente trabalho, adotou-se uma metodologia de pesquisa de forma à mesma se realizar de uma maneira prática e sistemática.

A metodologia que foi adotada consiste num processo sequencial e iterativo de um conjunto de etapas. As etapas consideradas foram:

- 1.º Escolher a base de dados onde procurar:** Primeiro, selecionou-se que a pesquisa durante o presente trabalho iria ser realizada usando os motores de busca **Google Scholar** e **Google**;
- 2.º Definir o que procurar:** Nesta etapa definiu-se algumas frases sobre o assunto alvo;
- 3.º Identificar palavras-chave:** Nesta etapa analisando as frases definidas na 2ª etapa, identificou-se palavras-chaves que melhor representavam o assunto a se pesquisar;
- 4.º Aplicar palavras-chave de maneira organizada e filtrada:** Nesta etapa aplicou-se as palavras-chave de maneira a filtrar os resultados. A filtragem foi realizada utilizando o mecanismo de pesquisa avançada dos motores de busca Google Scholar e Google. Esta pesquisa avançada baseava-se em aplicar as palavras-chave com os operadores AND e

OR, assim como utilizando as aspas para englobar um conjunto de palavras como uma palavra-chave única. Exemplo de regras aplicadas:

Sistemas AND Inteligentes – resultados com ocorrências de ambas as palavras ‘Sistemas’ e ‘Inteligentes’ obrigatoriamente, sem ordem definida;

Monitorização OR Suporte – resultados com ocorrências de pelo menos uma das palavras-chave procuradas, ‘Monitorização’ ou ‘Suporte’, sem ordem definida no caso de haver ambas;

“Sistemas Inteligentes” – resultados com ocorrências da palavra-chave ‘Sistemas’ seguida por ‘Inteligentes’, obrigatoriamente.

É de realçar que os exemplos apresentados, são exemplos básicos, apenas para demonstrar a metodologia de pesquisa utilizada. Utilizaram-se diversas palavras-chave de pesquisa como, por exemplo: ‘Sistemas inteligentes’, ‘Sistemas de monitorização’, ‘Sistemas de Suporte na tomada de decisão’, ‘Algoritmos inteligentes’, ‘Sistemas baseados em regras’, ‘Sistemas na área da saúde’, “‘Sistemas inteligentes’ AND ‘Suporte na tomada de decisão’”, ‘E-coaching AND Saúde’ e ‘E-coaching AND “Suporte na tomada de decisão”’.

5.º Analisar os resultados de pesquisa obtidos: Nesta etapa analisava-se os artigos obtidos após aplicarmos os filtros com as palavras-chave;

6.º Selecionar os artigos relevantes: Por fim, após se realizar uma análise aos resultados, selecionava-se os artigos mais relevantes para o presente trabalho.

O processo de 6 etapas apresentado foi repetido de maneira cíclica até os artigos finais serem os desejados, tanto em termos qualitativos como quantitativos.

4.2 Sistemas de suporte e monitorização de pacientes

Nesta secção são apresentados os sistemas de suporte e monitorização para pacientes com doenças cardiovasculares que foram explorados, assim como realizada uma discussão das vantagens e desvantagens de cada um. É importante realçar que apesar de ter sido realizada uma pesquisa intensa, não se encontrou nenhum sistema existente para suporte e monitorização com o foco em doenças vasculares, resultando na inclusão dos sistemas que abordassem as doenças cardiovasculares, o grupo de doenças que inclui as doenças vasculares.

4.2.1 Sistemas existentes

Nesta secção são apresentados os sistemas de suporte e monitorização que existem no mercado e na literatura.

4.2.1.1 My mhealth

A my mhealth (*MyHeart: The Heart Disease App That Empowers Patients*, n.d.) é uma aplicação já existente no mercado que visa educar, reabilitar e autogerir condições clínicas a longo prazo.

Entre as diversas áreas de atuação desta aplicação, existe um produto específico denominado por myHeart. O myHeart visa fornecer suporte digital para pacientes com doenças cardíacas ou em recuperação de cirurgia cardíaca oferecendo programas personalizados de autogestão e reabilitação cardíaca.

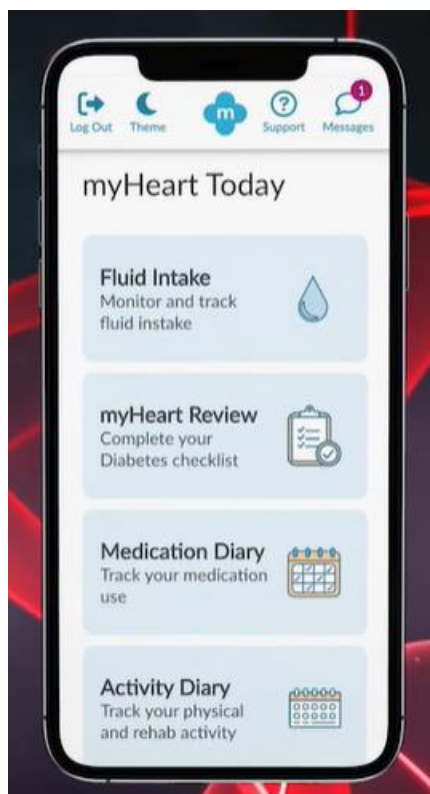


Figura 8 - Interface da aplicação *mobile* My mhealth

Esta aplicação encontra-se no mercado e possui as seguintes capacidades:

- Registo de atividade física diária;
- Apoio na reabilitação cardíaca;
- Cursos educacionais;
- Apoio na recuperação após cirurgia;
- Armazenamento e visualização de eletrocardiogramas (ECG) e ecocardiogramas (ECHO);
- Relatório diário de medicação;
- Notificações importantes;
- Mensagens;
- Conectividade com Bluetooth.

4.2.1.2 My Cardiac Coach

My Cardiac Coach (*My Cardiac Coach by American Heart Association*, n.d.) é uma aplicação mobile lançada pela *American Heart Association* visando promover todo o suporte necessário a pacientes que tenham sofrido um ataque cardíaco.

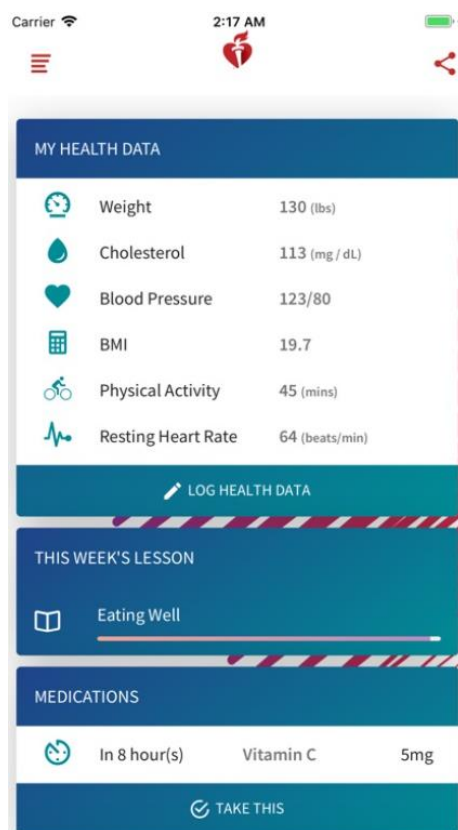


Figura 9 - Interface da aplicação *mobile* My Cardiac Coach

Esta aplicação encontra-se no mercado e fornece as seguintes funcionalidades:

- Informações fiáveis de profissionais da *American Heart Association*;
- Cursos educacionais;
- Monitores de progresso para monitorizar pressão arterial e peso;
- Registo de atividade física diária;
- Relatório diário de medicação.

4.2.1.3 Instant Heart Rate

Instant Heart Rate é uma aplicação que fornece uma biblioteca de artigos sobre como viver de uma forma saudável e que promova uma boa condição vascular. A peculiaridade desta aplicação encontra-se na capacidade com que esta consegue realizar análises ao estado do coração do paciente a partir de um *smartphone* (Azumio, n.d.).

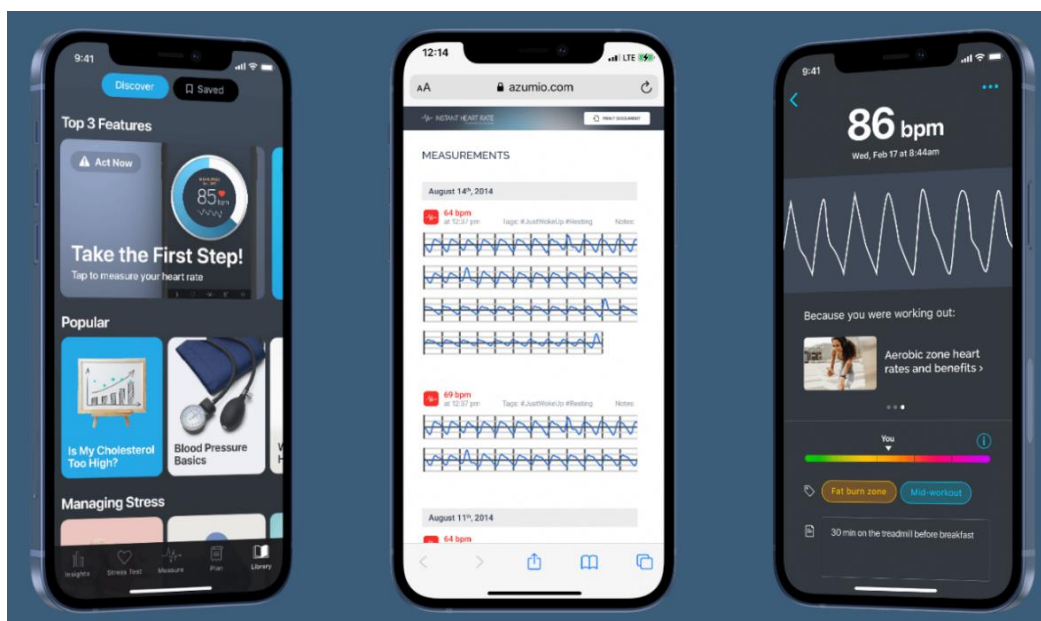


Figura 10 - Interface da aplicação *mobile* Instante Heart Rate

Esta aplicação encontra-se no mercado e fornece as seguintes funcionalidades:

- Medição da frequência cardíaca com precisão;
- Medição da força geral do coração;
- Relatórios gerados a partir das medições efetuadas;
- Cursos educacionais;

4.2.1.4 ACC'S Guideline Clinical

ACC's Guideline Clinical (Otto et al., 2021) é uma aplicação gratuita e simples que fornece recomendações clínicas do colégio americano de cardiologia utilizando ferramentas interativas, como pontuações de risco, calculadoras de dosagem, algoritmos, marcadores personalizáveis, anotações e pdfs enviados por e-mail.



Figura 11 - Interface da aplicação *mobile* ACC's Guideline Clinical

Esta aplicação encontra-se no mercado e fornece as seguintes funcionalidades:

- Calculadora de dosagens para auxílio na toma de medicação;
- Notificações importantes;
- Recomendações clínicas do colégio americano de cardiologia.

4.2.1.5 Heart Diseases & Treatment

Esta aplicação, Heart Diseases & Treatment (*Heart Diseases & Treatment – Apps No Google Play*, n.d.), cobre a maioria das doenças cardíacas fornecendo recursos para pacientes de doenças vasculares como, por exemplo, artigos de especialistas, notificações sobre dicas de cuidados a ter assim como gerenciamento dos remédios a se tomar.

Heart care tips from experts

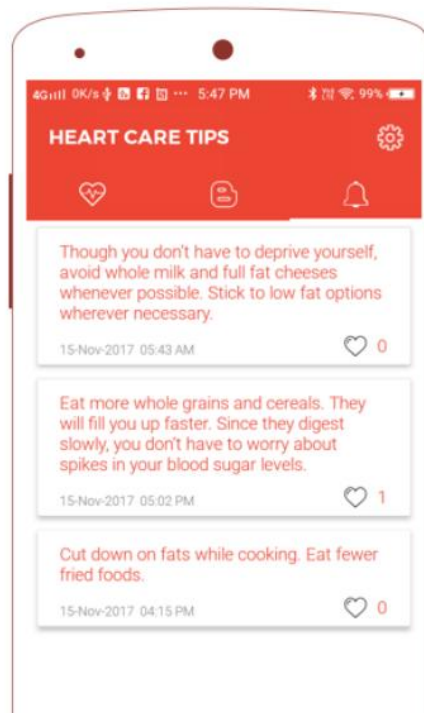


Figura 12 - Interface da aplicação mobile Heart Diseases & Treatment

Esta aplicação encontra-se no mercado e possui as seguintes funcionalidades integradas:

- Artigos educacionais;
- Relatório diário de medicação;
- Notificações importantes.

4.2.1.6 SMARTHealth India

SMARTHealth India(Praveen et al., 2014) é uma aplicação que visa estender os cuidados médicos aos pacientes com doenças cardiovasculares por toda a Índia, devido ao carcer de cuidados médico existentes na região.

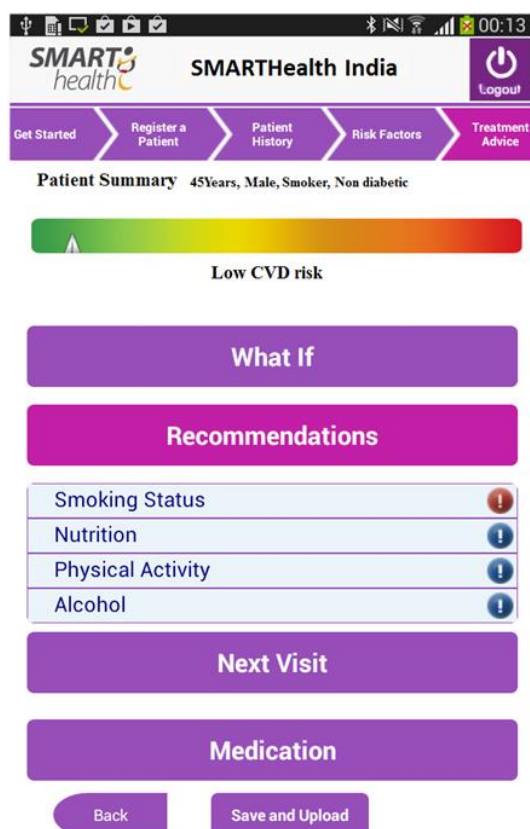


Figura 13 - Interface da aplicação mobile SMARTHealth India

Esta aplicação foi desenvolvida no âmbito de literatura e possui as seguintes funcionalidades:

- Relatório diário de medicação;
- Recomendações;
- Apresentação de fatores de risco;
- Histórico do paciente.

4.2.1.7 Personal Heart Monitoring and Rehabilitation System using Smart Phones

Este artigo (Leijdekkers & Gay, 2006) discute um sistema de monitoramento cardíaco personalizado usando smartphones e sensores sem fio. Esta aplicação é capaz de monitorar a saúde de pacientes cardíacos de alto risco. A aplicação de *smartphone* analisa, em tempo real, os dados dos sensores ligados ao paciente e alerta automaticamente a ambulância e os cuidadores pré-atribuídos quando existe perigo para o paciente. A aplicação também transmite dados do sensor para um centro de saúde para monitoramento remoto por uma enfermeira ou cardiologista. O sistema pode ser personalizado e os programas de reabilitação podem monitorar o progresso de um paciente. Os programas de reabilitação podem ser usados para aconselhar, por exemplo, exercitar-se mais ou tranquilizar o paciente.

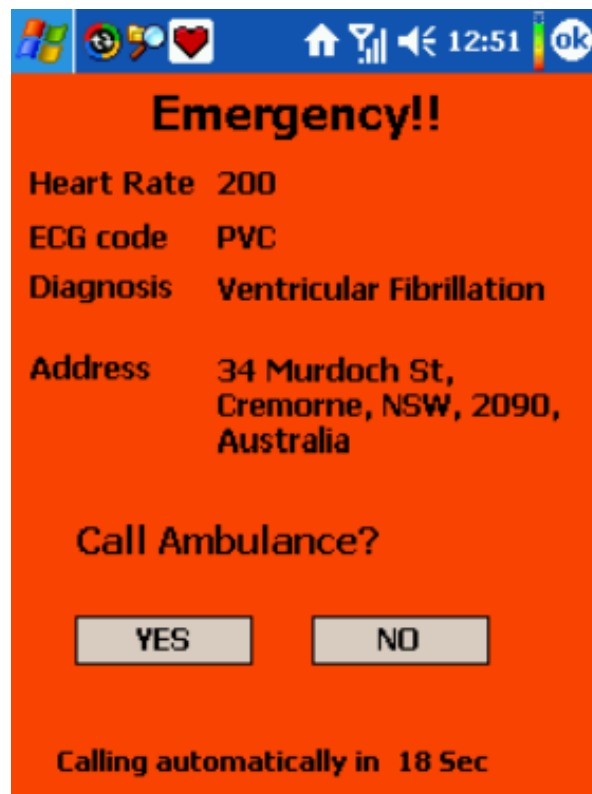


Figura 14 - Interface da aplicação mobile do artigo de estudo

Esta aplicação foi desenvolvida no âmbito de literatura e possui as seguintes funcionalidades:

- Recomendações automáticas;
- Obtenção de dados em *real-time* a partir de sensors ligados ao paciente;
- Envio de dados do paciente para os profissionais de saúde;
- Chamada de assistência médica automaticamente em caso de urgência.

4.2.1.8 MyHeart

O MyHeart (Alnosayan et al., 2014) é um sistema de saúde mobile projetado para preencher a lacuna atual no tratamento contínuo da Insuficiência Cardíaca Congestiva que ocorre quando o paciente faz a transição do hospital para o ambiente doméstico. O sistema usa dispositivos de saúde sem fio e uma aplicação móvel do lado do paciente, um sistema especialista baseado em regras e um painel do lado do médico para facilitar a troca de informações relativas a sinais vitais, sintomas e risco à saúde.

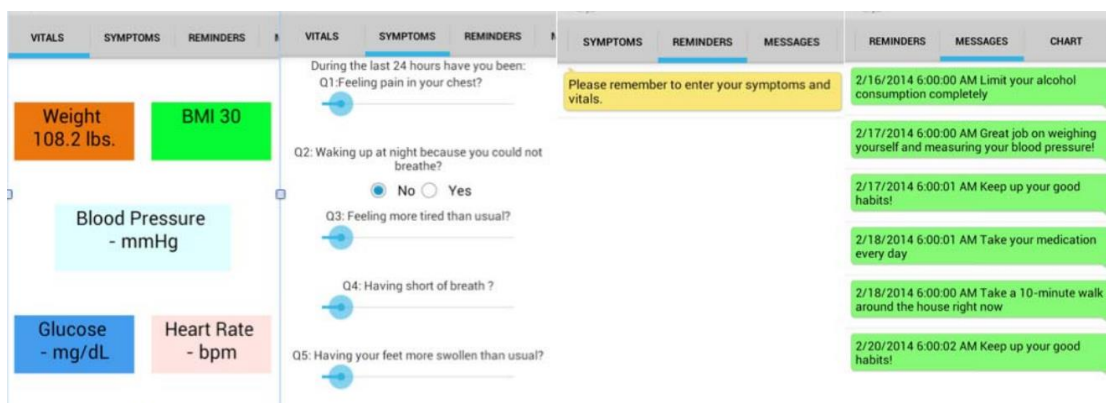


Figura 15 - Interface da aplicação mobile MyHeart

Esta aplicação foi desenvolvida no âmbito de literatura e possui as seguintes funcionalidades:

- Troca de mensagens com profissionais de saúde;
- Notificações importantes;
- Obtenção de dados em *real-time* a partir de sensores ligados ao paciente;

4.2.2 Discussão

Nesta secção é realizada uma comparação entre os diferentes sistemas que foram explorados previamente, realçando as vantagens e desvantagens de cada um. Esta comparação é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Comparação dos sistemas de suporte e monitorização estudados

Nome	Vantagens	Desvantagens
My MHealth	Aplicação mais completa de todas. Possibilita mensagens entre o paciente e um profissional médico. Interface simples e intuitiva para o utilizador.	-
My Cardiac Coach	Informações fiáveis da <i>American Heart Association</i> . Interface simples e intuitiva para o utilizador.	Dados do paciente introduzidos pelo próprio, podendo originar erros nos dados.
Instant Heart Rate	Possibilidade de medir a frequência cardíaca, assim como a força geral do coração, com elevada precisão. Interface simples e intuitiva para o utilizador.	Não fornece mais nenhum tipo de suporte ao paciente sem ser as medições e relatórios.

ACC's Guideline Clinical	Recomendações de profissionais do colégio americano de cardiologia.	Não fornece mais nenhum tipo de suporte ao paciente sem ser informações e recomendações o que exige uma grande autonomia por parte do paciente quanto à utilização desta aplicação. Interface ultrapassada e pouco intuitiva.
Heart Diseases & Treatment	Notificações importantes. Interface simples e intuitiva para o utilizador.	Fornecer recomendações para pacientes com doenças vasculares no geral, não sendo específico de nenhuma doença.
SMARTHealth India	Possui um histórico do paciente.	Interface ultrapassada e pouco intuitiva.
Personal Heart Monitoring and Rehabilitation System using Smart Phones	Chamada de assistência médica automaticamente em caso de urgência.	Interface ultrapassada e pouco intuitiva. Depende de dispositivos externos.
MyHeart	Acompanhamento específico para pacientes que transitam do hospital para a sua casa.	Interface ultrapassada e pouco intuitiva. Depende de dispositivos externos.

Tendo sido apresentada a comparação entre as diversas aplicações estudadas, é possível realçar que a maioria apresenta recomendações ou informações para o paciente com a exceção da Instant Heart Rate, aplicação apresentada na secção 4.2.1.3, visto que esta tem como foco realizar medições sobre o coração e gerar relatórios.

Por sua vez, é possível concluir que a aplicação My MHealth, apresentada na secção 4.2.1.1, é a aplicação mais completa de todas as estudadas, não tendo sido identificada nenhuma desvantagem na utilização da mesma, comparativamente às restantes.

Um fator também importante de se analisar é a interface que a aplicação disponibiliza. Nesse quesito as aplicações ACC's Guideline Clinical, SMARTHealth India, Personal Heart Monitoring and Rehabilitation System using Smart Phones e MyHeart possuem uma interface ultrapassada e pouco intuitiva. Este fator é realçado porque mesmo que uma aplicação seja bastante funcional e completa, se não tiver uma interface intuitiva para o paciente utilizar, o próprio nunca utilizará a aplicação a 100% e poderá, até mesmo, deixar de utilizar a mesma.

4.3 Sistemas baseados em regras

Os sistemas baseados em regras, também denominados por sistemas periciais, são sistemas que usam regras para incorporar num sistema conhecimento especialista codificado.

Classificam-se os sistemas baseados em regras como a mais forma mais simples de inteligência artificial (Grosan & Abraham, 2011).

Um sistema baseado em regras visa incorporar conhecimento de especialistas, das mais diversas áreas, nos sistemas informáticos sem obrigar a que o especialista aprenda a programar.

Para atingir isso, os sistemas baseados em regras implementam um conjunto de instruções que definem como agir em determinadas situações.

As regras são definidas numa estrutura 'se-então', seguindo a seguinte lógica:

- Se acontecer "A" então realiza-se "B".

Na figura 16, está representada uma regra em formato lógico, retirada de um estudo acadêmico realizado (Buchanan & Duda, 1983).

RULE160

- If:**
- 1) The time frame of the patient's headache is acute,
 - 2) The onset of the patient's headache is abrupt, and
 - 3) The headache severity (using a scale of 0 to 4; maximum is 4) is greater than 3
- Then:**
- 1) There is suggestive evidence (.6) that the patient's meningitis is bacterial,
 - 2) There is weakly suggestive evidence (.4) that the patient's meningitis is viral and
 - 3) There is suggestive evidence (.6) that the patient has blood within the subarachnoid space

Figura 16 - Exemplo de uma regra em lógica (Buchanan & Duda, 1983)

Após se definir uma regra em termos de lógica, passa-se à implementação da mesma num software. Na figura 17, é demonstrada a regra presente na figura 16, implementada usando a linguagem LISP (*Common Lisp*, n.d.).

```
PREMISE: ($AND (SAME CNTXT HEADACHE-CHRONICITY ACUTE)
                  (SAME CNTXT HEADACHE-ONSET ABRUPT)
                  (GREATERP* (VAL1 CNTXT HEADACHE-SEVERITY 3)))
ACTION: (DO-ALL (CONCLUDE CNTXT MENINGITIS BACTERIAL-MENINGITIS)
                  TALLY 600)
              (CONCLUDE CNTXT MENINGITIS VIRAL-MENINGITIS)
              TALLY 400)
              (CONCLUDE CNTXT SUBARACHNOID-HEMORRHAGE YES
              TALLY 600))
```

Figura 17 - Exemplo de regra implementada em software (Buchanan & Duda, 1983)

4.3.1 Alternativas

Em alternativa aos sistemas baseados em regras, existem outras tecnologias e abordagens que podiam ter sido utilizadas para gerar as recomendações personalizadas para os pacientes, como por exemplo:

- **Machine learning:** *Machine Learning* é um tipo de inteligência artificial que treina algoritmos para fazer previsões ou decisões com base em dados coletados. Os algoritmos de machine learning aprendem com os dados sem serem explicitamente programados e podem ser usados para resolver uma variedade de problemas, como, por exemplo, reconhecimento facial e previsão de vendas (*Introduction to Machine Learning, Fourth Edition* - Ethem Alpaydin - Google Livros, n.d.).
- **Case-based reasoning:** *Case-based reasoning* é uma abordagem de resolução de problemas que usa exemplos ou experiências anteriores para resolver novos problemas. Esta abordagem baseia-se na ideia de que problemas semelhantes podem ter soluções semelhantes e que soluções para novos problemas podem ser encontradas adaptando soluções para problemas semelhantes anteriores (Agnar & Plaza, 1994).

4.3.2 Discussão

De forma a perceber-se quais são as diferenças entre os sistemas baseados em regras e as alternativas apresentadas, assim como as vantagens que cada abordagem oferece, na Tabela 3, é feita uma comparação entre as 3 abordagens.

Tabela 3 - Comparação entre sistemas baseados em regras, Machine learning e Case-based reasoning

	Vantagens	Desvantagens
Sistemas baseados em regras	- São rápidos e eficazes, pois utilizam regras previamente estabelecidas; - É claro e perceptível como os resultados são gerados; - Permite utilizar conhecimentos de especialistas sem que estes aprendem a programar, é só preciso definirem as regras.	- Pouco flexível, não considerando variações mínimas que podem ocorrer. - Pode ser difícil de manter pois definir as regras pode ser um processo complexo e demorado. - Não é adequado para situações em que não existe clareza no problema ou não se consegue definir bem as regras.
<i>Machine learning</i>	- Aprende e melhora com o tempo, sendo adequado para tarefas demasiado complexas para a análise humana;	- São precisas grandes quantidades de dados para que esta abordagem se torne eficiente, podendo representar altos custos;

	- Pode ser utilizado nas mais diversas áreas para automatizar tarefas, fazer previsões e recomendações.	- São influenciados diretamente pelos dados utilizados; - Não consideram todos os fatores possíveis, uma vez que só utilizam os dados existentes; - É pouco perceptível como os resultados são gerados.
<i>Case-based reasoning</i> (Raciocínio baseado em casos)	- Recorre a experiências anteriores para lidar com problemas atuais, podendo resultar em soluções precisas e eficazes; - Considera mudanças mínimas das circunstâncias, sendo adaptável e versátil.	- É necessária uma grande quantidade de casos para que seja eficiente, sendo difícil de se manter e cara; - É pouco perceptível como os resultados são gerados.

Apresentada a Tabela 3, é possível verificar que todas as abordagens comparadas apresentam vantagens e desvantagens. Os Sistemas baseados em regras apresentam-se como sistemas rápidos, eficazes e com resultados que são mais fáceis de se interpretar pelo humano, mas possuem pouca flexibilidade. A abordagem de *Machine-learning* é uma boa abordagem para situações demasiado complexas para a análise humana, mas requer uma enorme quantidade de dados, fiáveis e variados, para se utilizar. Por sua vez a abordagem de *Case-based reasoning* é bastante versátil e pode resultar em soluções precisas e eficazes, mas requerem uma grande base de dados de casos para que seja eficiente.

4.4 Tecnologias

Neste capítulo são apresentadas tecnologias utilizadas no desenvolvimento do trabalho, assim como algumas alternativas às mesmas.

4.4.1 FHIR

Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR) (*Overview - FHIR v4.3.0*, n.d.) é uma especificação utilizada para se efetuar partilhas e trocas de informação em sistemas de software, na área da saúde, de uma maneira padrão. Isto permite a que a recolha ou partilha de dados, em sistemas na área de saúde, ocorra de maneira mais fácil e com menos problemas devido a formato de dados inesperados.

No presente trabalho, FHIR é utilizado de forma a padronizar o formato da informação no sistema. Isto será bastante benéfico uma vez que irão ser recebidos dados de dispositivos externos como sensores, o que poderia levar a diferentes formatos na informação caso um sensor fosse mais moderno que outro, por exemplo.



Figura 18 - FHIR logotipo

A escolha de utilização de FHIR no presente trabalho foi determinada pelos proponentes do presente trabalho, visando respeitar o ecossistema do projeto Inno4Health, uma vez que esta especificação já é utilizada no âmbito desse projeto(Vieira et al., 2022).

4.4.2 Alternativas ao FHIR

Entre as possíveis alternativas à adoção da especificação FHIR, realçam-se as seguintes 2:

- **Google Cloud Healthcare API**

A API Cloud Healthcare da Google (*API Cloud Healthcare | Google Cloud*, n.d.) é uma API que permite padronizar a troca de dados em sistemas de saúde que estiverem alojados na Cloud da Google. Fornece compatibilidade com padrões de dados importantes como, por exemplo, o FHIR.



Figura 19 - Google logotipo

- **DHIS2**

DHIS2 (*About DHIS2 - DHIS2*, n.d.) é uma plataforma *open source*, utilizada como um sistema de gerenciamento de informações de saúde (HMIS). Atualmente, DHIS2 apresenta-se como a maior plataforma HMIS do mundo. Em parceria com a Organização mundial de saúde (WHO), DHIS2 fornece padrões de informação que podem ser configurados, de forma a atender as necessidades diferentes que possam existir em países diferentes, por exemplo.



Figura 20 - DHIS2 logotipo

4.4.3 TypeScript

TypeScript (*TypeScript: JavaScript With Syntax For Types.*, n.d.) é uma linguagem de programação utilizada para o desenvolvimento web. Esta linguagem é um superconjunto de JavaScript em que se adiciona tipagem, permitindo melhor escalabilidade, assim como melhor produtividade para quem desenvolve aplicações web.

Neste trabalho, o TypeScript é utilizado para desenvolver a aplicação web que será disponibilizada para os profissionais de saúde. A escolha desta tecnologia tem por base a aplicação do Método Análise Hierárquica (AHP), aplicado e apresentado na secção 4.4.6.



Figura 21 - TypeScript logotipo

4.4.4 JavaScript

JavaScript (*JavaScript / MDN*, n.d.) é uma linguagem de programação interpretada, multiparadigma e com tipagem fraca. Esta linguagem de programação é a linguagem que os browsers interpretam de forma nativa.



Figura 22 - JavaScript logotipo

4.4.5 Dart

Dart (*Dart Programming Language* | Dart, n.d.) é uma linguagem de programação multiparadigma, fortemente tipada, otimizada para a experiência do utilizador final e direcionada para o desenvolvimento web.



Figura 23 - Dart logotipo

4.4.6 Processo de Análise Hierárquica

O Processo de Análise Hierárquica (AHP) é um método de auxílio para se realizar escolhas entre um conjunto de opções, tendo por base o cruzamento das alternativas com um conjunto critérios, qualitativos e quantitativos (Nicola, n.d.). Diante disso, nesta secção, irá aplicar-se o método AHP de forma a decidir qual a melhor linguagem de programação para desenvolver a aplicação Web do profissional de saúde entre as opções: TypeScript, JavaScript e Dart.

A primeira fase da aplicação deste método consiste em construir a árvore hierárquica de decisão, estabelecendo o objetivo a atingir, os critérios a considerar e as opções existentes (Nicola, n.d.).

Dessa forma, podemos definir que o objetivo a atingir é:

- **Escolher a Linguagem de programação.**

Por sua vez, os critérios considerados são:

1. **Flexibilidade:** Nível de flexibilidade que a linguagem fornece.
2. **Fiabilidade:** Mecanismos de segurança que promovam melhor qualidade de código e maior fiabilidade.
3. **Experiência:** Experiência prévia na utilização da tecnologia por parte do autor deste trabalho.

Por fim, as alternativas consideradas para o desenvolvimento da aplicação web, para o profissional de saúde, foram as linguagens de programação apresentadas nas secções anteriores:

1. **TypeScript.**
2. **JavaScript.**
3. **Dart.**

Desta forma, através da definição do objetivo, dos critérios e das alternativas, apresenta-se na figura 24, a árvore hierárquica de decisão construída.

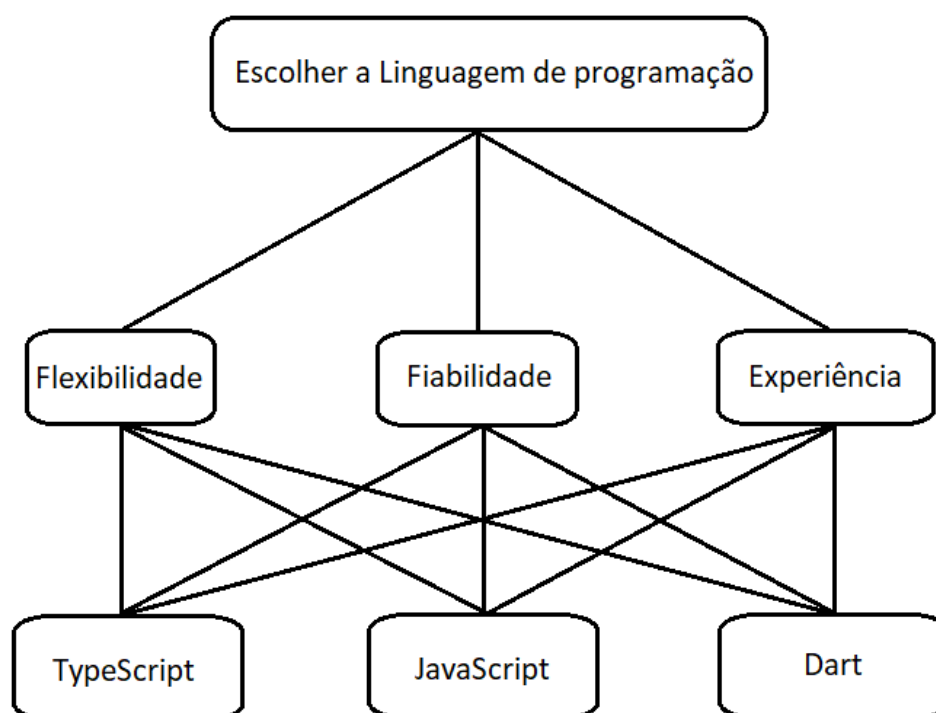


Figura 24 - Árvore hierárquica de decisão

Após a árvore hierárquica de decisão ter sido construída, procede-se para a segunda fase do método. A segunda fase consiste na comparação entre os critérios considerados, adotando a escala de níveis de importância apresentada na figura 25.

Nível de importância	Definição	Explicação
1	Igual importância	As duas atividades contribuem igualmente para o objetivo
3	Fraca importância	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação à outra
5	Forte importância	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação à outra
7	Muito forte importância	Uma atividade é muito fortemente favorecida em relação a outra
9	Importância absoluta	A evidência favorece uma atividade em relação a outra com o mais alto grau de certeza
2,4,6,8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições

Figura 25 - Escala de níveis de importância de comparações(Nicola, n.d.)

A comparação de importância entre os diferentes critérios, é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 - Comparação de importância entre os critérios

	Flexibilidade	Fiabilidade	Experiência
Flexibilidade	1	1/4	1/2
Fiabilidade	4	1	2
Experiência	2	1/2	1

Os valores da Tabela 4 podem ser escritos em forma de matriz:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{4} & \frac{1}{2} \\ 4 & 1 & 2 \\ 2 & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix}$$

Após a comparação de importância entre os diferentes critérios, procede-se para a terceira fase do método. Esta fase consiste no cálculo da prioridade relativa de cada critério.

Diante disso é necessário normalizar os valores da matriz de comparações, matriz A, assim como obter o vetor de prioridades.

Para obter a normalização dos valores da matriz, é necessário dividir cada valor pela soma total dos valores da sua coluna e para obter o vetor de prioridades, é necessário realizar média aritmética dos valores de cada linha da matriz normalizada.

Dessa forma, obteve-se a seguinte matriz normalizada como os respectivos valores de prioridade relativa (vetor de prioridades):

Tabela 5 - Matriz Normalizada dos critérios do segundo nível

	Flexibilidade	Fiabilidade	Experiência	Prioridade relativa
Flexibilidade	1/7	1/7	1/7	0,1429
Fiabilidade	4/7	4/7	4/7	0,5714
Experiência	2/7	2/7	2/7	0,2857

A partir dos resultados obtidos é possível identificar que o critério Fiabilidade aparece em primeiro lugar, com um peso de 0.57, seguido da Experiência, com um peso de 0.29, e Flexibilidade, com um peso de 0.14.

Denominando o vetor de prioridades por X, é possível definir esse vetor da seguinte forma:

$$X = \begin{bmatrix} 0,14 \\ 0,57 \\ 0,29 \end{bmatrix}$$

Após a normalização da matriz de comparação, assim como a obtenção do vetor de prioridades, procede-se para a fase 4 do método. Esta fase consiste em avaliar a consistência das prioridades relativas obtidas na etapa anterior. Para realizar esta avaliação é necessário calcular a Razão de Consistência (RC) e verificar se o valor obtido é inferior a 0.1, para um resultado positivo, ou superior a 0.1, para um resultado negativo. Para obter o valor de RC, admite-se a seguinte fórmula:

$$RC = \frac{IC}{IR}$$

Analisando a fórmula, verifica-se que é necessário obter o valor do Índice de Consistência (IC) e do Índice Aleatório (IR).

O Índice Aleatório é diretamente obtido a partir da seguinte tabela:

Tabela 6 - "Valores de IR para matrizes quadradas de ordem n"(Nicola, n.d.)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

Como é possível verificar na Tabela 6, considerando que a ordem da matriz de comparação é 3, o valor adotado para IR é 0,58.

Por sua vez, para obter o valor de IC, é necessário aplicar a seguinte fórmula:

$$IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

Analisando a fórmula, uma vez que n (ordem da matriz de comparação) é 3, é necessário obter o valor próprio (λ_{max}). Para obter λ_{max} é necessário multiplicar a matriz de comparação A com o vetor de prioridades X, dividir cada valor da matriz obtida pelo respectivo valor do vetor

de prioridades e, por fim, calcular a média dos valores obtidos na matriz resultante. Sendo assim, primeiro multiplica-se a matriz de comparação com o vetor de prioridades:

$$A \times X = \begin{bmatrix} 1 & \frac{1}{4} & \frac{1}{2} \\ 4 & 1 & 2 \\ 2 & \frac{1}{2} & 1 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,14 \\ 0,57 \\ 0,29 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,43 \\ 1,71 \\ 0,86 \end{bmatrix}$$

Após obtermos a matriz $A \times X$, é necessário dividir cada valor da matriz pelo respetivo valor do vetor de prioridades X:

$$\frac{\begin{bmatrix} 0,43 \\ 1,71 \\ 0,86 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 0,14 \\ 0,57 \\ 0,29 \end{bmatrix}} = \begin{bmatrix} 3,07 \\ 3,00 \\ 2,97 \end{bmatrix}$$

Realizada esta divisão, é possível obter $\lambda_{\max}$ através do cálculo da média dos valores obtidos na matriz resultante:

$$\lambda_{\max} = \frac{3,07 + 3,00 + 2,97}{3} = 3,01$$

Com o valor de $\lambda_{\max}$ obtido, é possível obter o valor de IC, através da fórmula previamente apresentada:

$$IC = \frac{3,01 - 3}{3 - 1} = 0,005$$

Por fim, com o valor de IC obtido, é possível calcular o valor final de RC:

$$RC = \frac{0,005}{0,58} = 0,009$$

Como o valor de RC obtido é inferior a 0.1, é possível concluir que os valores de prioridade relativa obtidos são consistentes.

Após esta fase, procede-se para a quinta fase, onde se constrói matrizes de comparação para cada critério, por cada alternativa considerada.

Para o critério de Flexibilidade, construiu-se a seguinte matriz de comparação:

Tabela 7 - Matriz de comparação Flexibilidade

	TypeScript	JavaScript	Dart
TypeScript	1	1/2	1
JavaScript	2	1	2
Dart	1	1/2	1

Para o critério de Fiabilidade, construiu-se a seguinte matriz de comparação:

Tabela 8 - Matriz de comparação Fiabilidade

	TypeScript	JavaScript	Dart
TypeScript	1	3	1
JavaScript	1/3	1	1/3
Dart	1	3	1

Para o critério de Experiência, construiu-se a seguinte matriz de comparação:

Tabela 9 - Matriz de comparação Experiência

	TypeScript	JavaScript	Dart
TypeScript	1	1	2
JavaScript	1	1	2
Dart	1/2	1/2	1

Após preenchidas as matrizes de comparação para cada critério de avaliação, procede-se à normalização das mesmas e obtenção do vetor de prioridades para cada uma.

Para o critério de Flexibilidade, construiu-se a seguinte matriz de comparação:

Tabela 10 - Matriz de comparação Flexibilidade normalizada

	TypeScript	JavaScript	Dart	Vetor de prioridades
TypeScript	1/4	1/4	1/4	0,25
JavaScript	1/2	1/2	1/2	0,5
Dart	1/4	1/4	1/4	0,25

Para o critério de Fiabilidade, construiu-se a seguinte matriz de comparação:

Tabela 11 - Matriz de comparação Fiabilidade normalizada

	TypeScript	JavaScript	Dart	Vetor de prioridades
TypeScript	3/7	3/7	3/7	0,43
JavaScript	1/7	1/7	1/7	0,14
Dart	3/7	3/7	3/7	0,43

Para o critério de Experiência, construiu-se a seguinte matriz de comparação:

Tabela 12 - Matriz de comparação Experiência normalizada

	TypeScript	JavaScript	Dart	Vetor de prioridades
TypeScript	2/5	2/5	2/5	0,40
JavaScript	2/5	2/5	2/5	0,40
Dart	1/5	1/5	1/5	0,20

Após a obtenção dos vetores de prioridade para cada critério, calcula-se a prioridade composta para as alternativas. Para isso, multiplica-se a matriz de prioridade (matriz composta pelos 3 vetores de prioridades obtidos na fase anterior) com o vetor de prioridades X.

$$\begin{bmatrix} 0,25 & 0,43 & 0,40 \\ 0,5 & 0,14 & 0,40 \\ 0,25 & 0,43 & 0,20 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} 0,14 \\ 0,57 \\ 0,29 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0,396 \\ 0,266 \\ 0,338 \end{bmatrix}$$

Ao analisar a matriz resultante, procede-se para a próxima etapa, a escolha entre as opções. Para isso considerando os pesos obtidos, a opção "TypeScript" é a que melhor se enquadra para o presente projeto, considerando os critérios definidos, com um peso de 0,396, e por isso será a linguagem de programação adotada entre as demais alternativas. A segunda melhor opção seria Dart, com um peso de 0,338, e a opção mais desfavorável seria JavaScript, com um peso de 0,266.

5 Modelação da solução

Neste capítulo serão apresentados os atores do sistema, analisados os requisitos, funcionais e não funcionais, da solução a desenvolver, apresentado o modelo de domínio, assim como explorado o design desenvolvido.

5.1 Atores

Os atores representam diferentes tipos de utilizadores de um determinado sistema. Para o presente trabalho, foram identificados 2 atores:

- **Profissional de saúde:** Um profissional de saúde, será a entidade responsável por definir as regras, que serão utilizadas para gerar recomendações, assim como acompanhar o progresso dos seus pacientes.
- **Sistema:** O Sistema será responsável por gerar e enviar recomendações personalizadas para os pacientes, de acordo com as regras estabelecidas.

5.2 Análise de requisitos

Nesta secção são apresentados os requisitos, funcionais e não funcionais, identificados para o sistema a desenvolver no âmbito do presente trabalho, assim como diagramas de sequência para representar os casos de uso associados. Para a representação destes diagramas, utilizou-se a Linguagem de modelagem unificada (UML) (*O Que é Um Diagrama UML?* | Lucidchart, n.d.).

5.2.1 Requisitos funcionais

Nesta secção, apresentam-se os requisitos funcionais, ou seja, os requisitos que incorporam aquilo que o sistema irá fazer, adotando uma terminologia de caso de uso (UC) para cada requisito.

Para o sistema a desenvolver, os requisitos funcionais são os seguintes:

- **UC1:** O profissional de saúde tem de conseguir definir e gerir regras;
- **UC2:** O profissional de saúde tem de conseguir acompanhar o estado e progresso dos seus pacientes;
- **UC3:** O Sistema tem de conseguir gerar recomendações;
- **UC4:** O Sistema tem de conseguir enviar as recomendações aos pacientes;
- **UC5:** O Sistema tem de conseguir receber feedback dos pacientes, sobre as recomendações geradas;
- **UC6:** O Sistema deve conseguir receber informações vitais do paciente, enviadas por sensores.

Os seis requisitos funcionais apresentados, representam as funcionalidades a se desenvolver.

Diante disso, elaborou-se um diagrama de casos de uso com todos os casos de uso identificados de forma a associá-los com os atores previamente identificados na secção 5.1. Este diagrama encontra-se na figura 26, assim como no Anexo E, para uma melhor leitura.

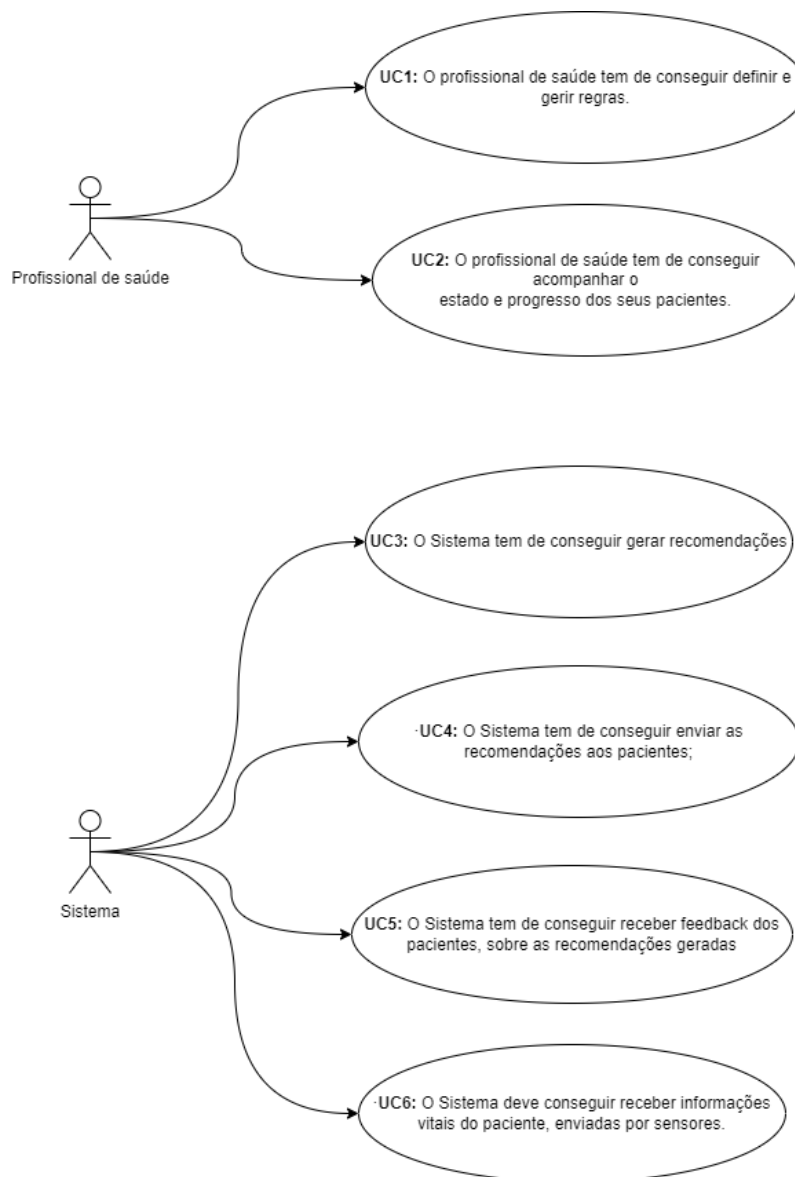


Figura 26 - Diagrama de casos de uso

Apresentados os casos de uso, procede-se uma elaboração detalhada do fluxo de cada um, de forma a especificar o que cada caso de uso representa no sistema. É de realçar que os diagramas de sequência (SD) apresentados nesta secção são diagramas de uma vista de alto nível, uma vez que o foco desta secção é entender o que cada caso de uso foca numa perspetiva de negócio. Na secção 5.3 irão ser apresentados diagramas de granularidade fina, aprofundando a vertente técnica de como implementar cada caso de uso.

Para a representação destes diagramas, utilizou-se a Linguagem de modelagem unificada (UML) (*O Que é Um Diagrama UML?* | Lucidchart, n.d.).

5.2.1.1 UC1: O profissional de saúde tem de conseguir definir e gerir regras

Este caso de uso foca na utilização da aplicação web, por parte de um profissional de saúde, no momento de definir e gerir regras. Este caso de uso admite 4 fluxos de utilização diferentes:

1.º Visualizar as regras já existentes

Neste fluxo o profissional de saúde deverá conseguir, através da plataforma web, visualizar todas as regras que já existem no sistema.

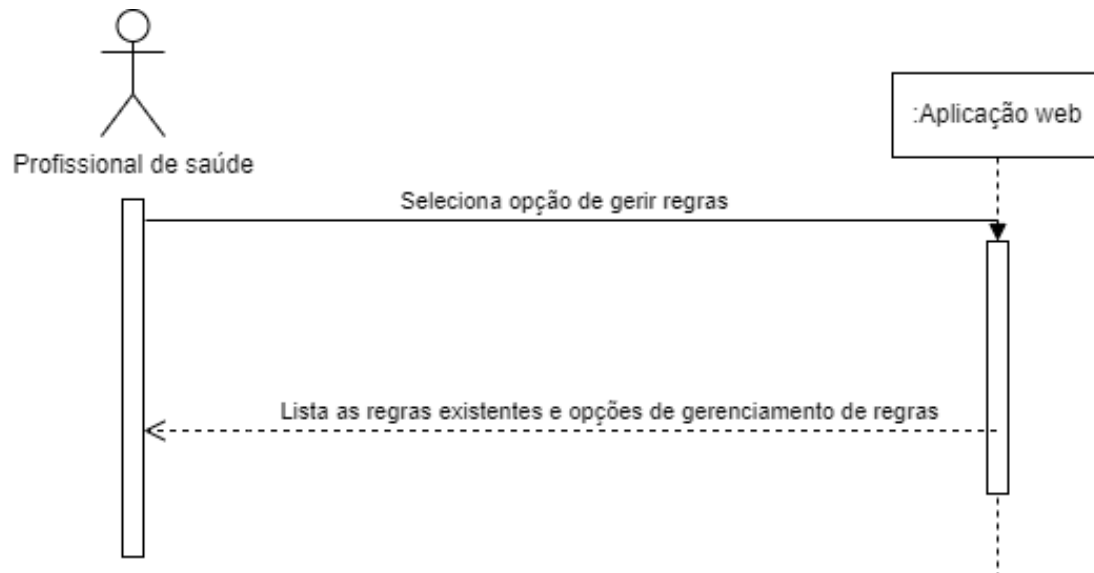


Figura 27 – SD de visualização de regras (alto nível)

2.º Criar uma regra

Neste fluxo o profissional de saúde deverá conseguir, através da plataforma web, criar uma regra no sistema.

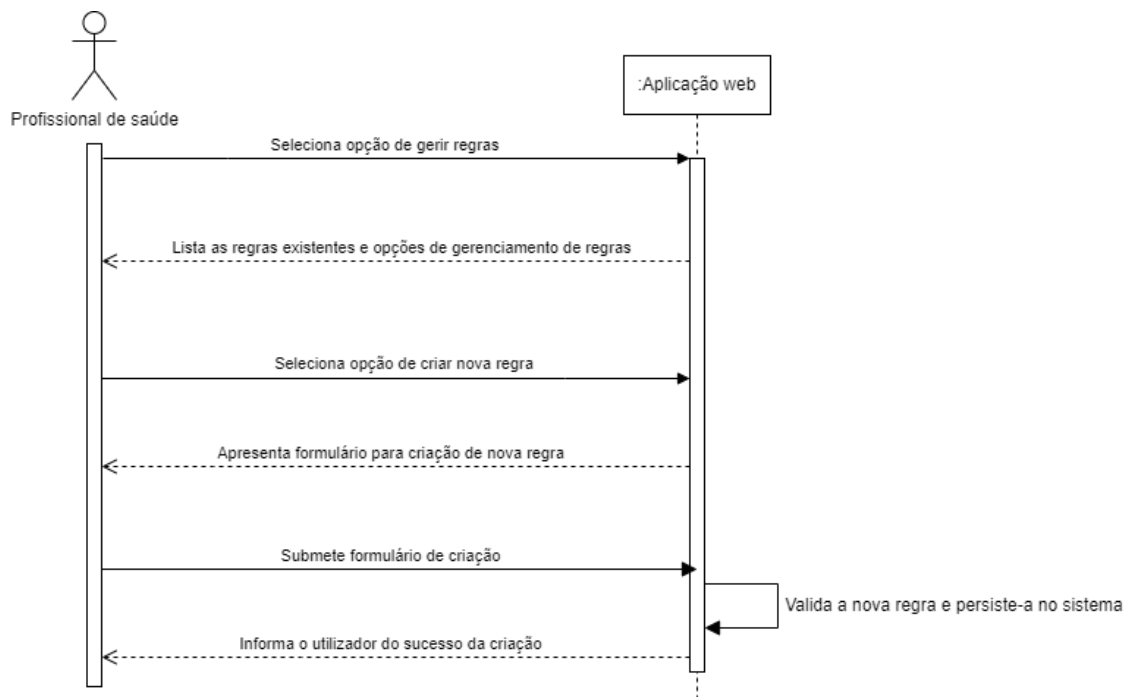


Figura 28 - SD de criação de uma regra (alto nível)

3.º Editar uma regra

Neste fluxo o profissional de saúde deverá conseguir, através da plataforma web, editar uma regra já existente no sistema.

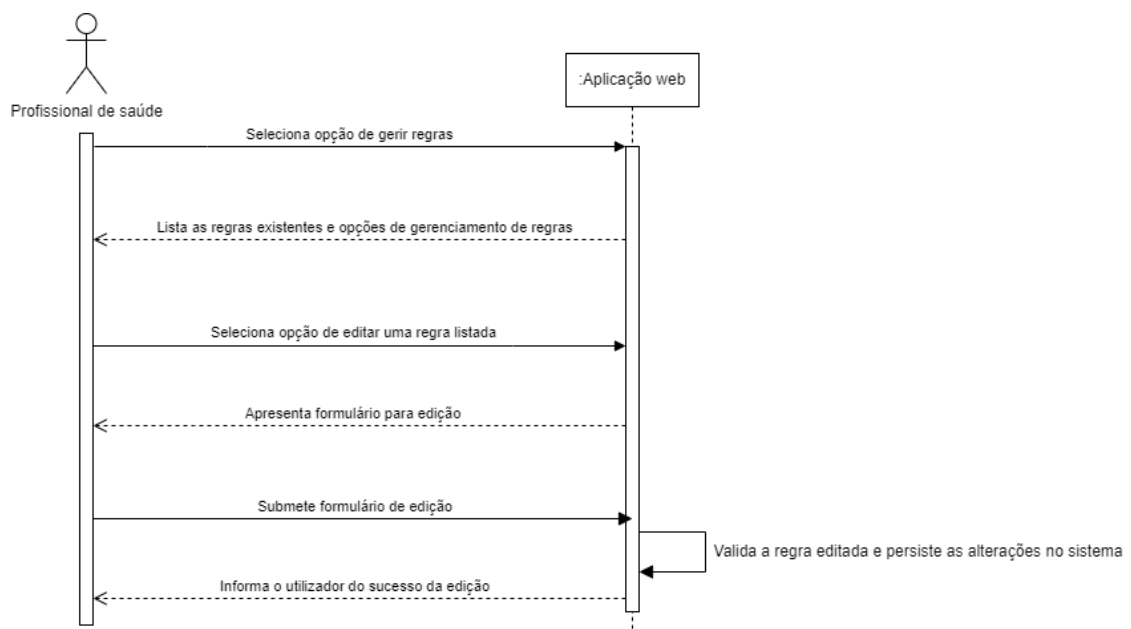


Figura 29 - SD de edição de uma regra (alto nível)

4.º Eliminar uma regra

Neste fluxo o profissional de saúde deverá conseguir, através da plataforma web, eliminar uma regra já existente no sistema.

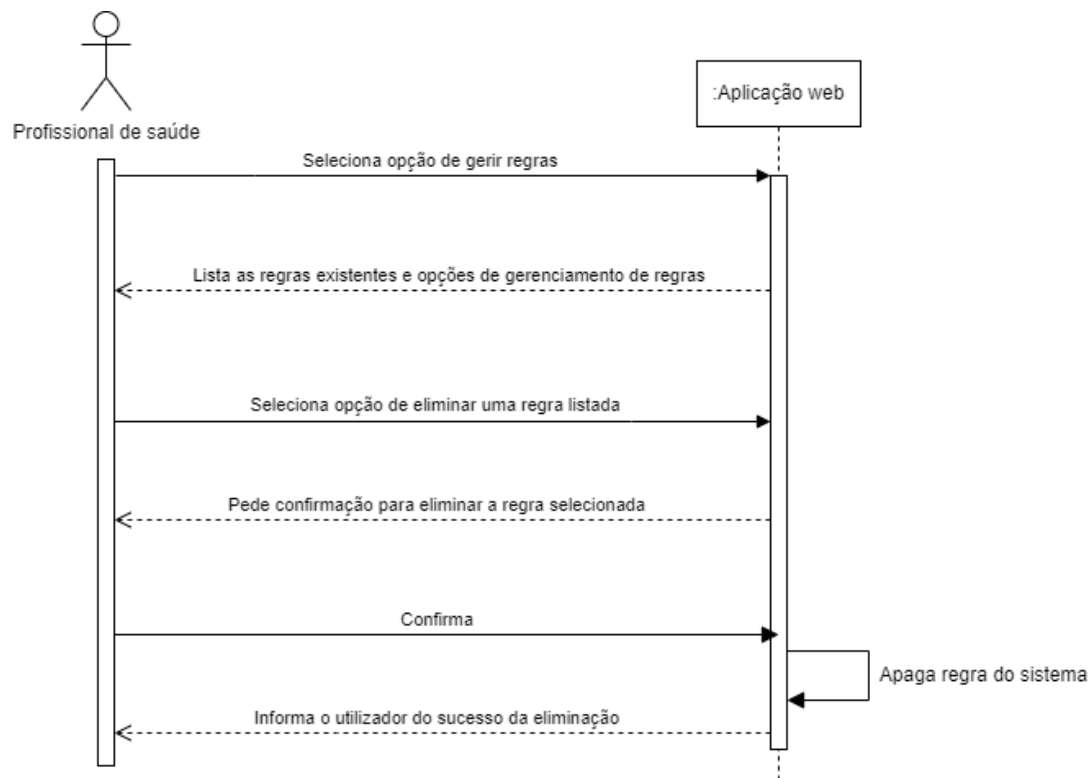


Figura 30 - SD de eliminação de uma regra (alto nível)

5.2.1.2 UC2: O profissional de saúde tem de conseguir acompanhar o estado e progresso dos seus pacientes

Este caso de uso foca-se na utilização da aplicação web, por parte de um profissional de saúde, no momento de selecionar um dado paciente e conseguir ver informações sobre o estado e progresso do paciente selecionado.

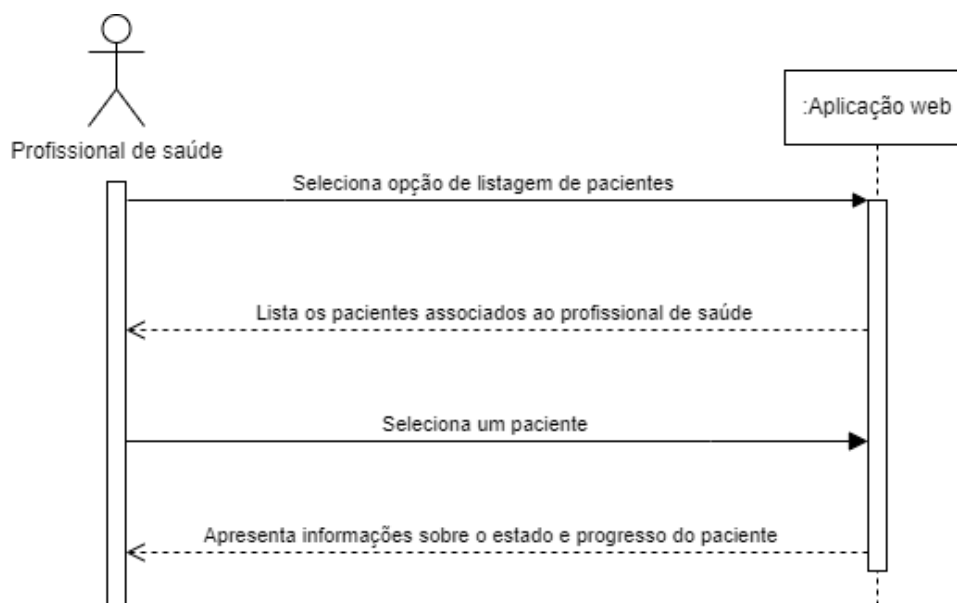


Figura 31 - SD de visualização de informações de um paciente (alto nível)

5.2.1.3 UC3: O Sistema tem de conseguir gerar recomendações

Este caso de uso foca-se na geração de recomendações personalizadas, pelo sistema. Estas recomendações serão geradas de forma automática, de acordo com um conjunto de dados de entrada do estado do paciente, como de regras definidas pelo profissional de saúde.

Uma vez que estas recomendações são geradas pelo sistema de forma automática, não existe um fluxo de alto nível para se representar nesta secção. Na secção 5.3, será explorado o fluxo técnico de como estas recomendações são geradas.

5.2.1.4 UC4: O Sistema tem de conseguir enviar as recomendações aos pacientes

Este caso de uso foca-se no envio das recomendações personalizadas, que foram geradas pelo sistema. Para este caso de uso o fluxo consiste num envio unidirecional de uma recomendação para um dado paciente, não havendo necessidade de representação gráfica.

5.2.1.5 UC5: O Sistema tem de conseguir receber feedback dos pacientes, sobre as recomendações geradas

Este caso de uso foca-se no sistema receber feedback sobre as recomendações que foram geradas. Para este caso de uso o fluxo consiste num envio unidirecional de feedback sobre uma recomendação, de um dado paciente para o sistema, não havendo necessidade de representação gráfica.

5.2.1.6 UC6: O Sistema deve conseguir receber informações vitais do paciente, enviadas por sensores

Este caso de uso foca-se no sistema receber informações vitais sobre os pacientes, de sensores. Para este caso de uso o fluxo consiste num envio unidirecional de informações vitais sobre um paciente, de um dado sensor para o sistema, não havendo necessidade de representação gráfica.

5.2.2 Requisitos não funcionais

Nesta secção, apresentam-se os requisitos não funcionais, ou seja, os requisitos que incorporam como é que o sistema irá implementar as funcionalidades e outras necessidades que não sejam funcionalidades.

Para o sistema a desenvolver, os requisitos não funcionais são os seguintes:

- **REQ_1:** A interface do sistema deve ser simples e intuitiva;
- **REQ_2:** A informação no sistema deve respeitar o padrão FHIR.

Quanto ao REQ1, é necessário garantir que a solução desenvolvida tenha uma interface para o profissional de saúde fácil e intuitiva, uma vez que existe a necessidade de promover um fluxo de trabalho eficiente para o mesmo.

Por sua vez, o REQ_2 define que os dados que são recebidos, tratados e enviados pelo sistema, adotem uma formatação de acordo com a especificação FHIR. Dessa forma, evitam-se contratempos de conversão de formatos e promove-se um ambiente universal para profissionais de saúde que já tenham tido contacto com sistemas informáticos que adotassem um padrão de formatação nos dados.

5.3 Design

Nesta etapa são apresentados diagramas de sequência para representar a implementação técnica dos casos de uso referentes aos requisitos funcionais, identificados na secção 5.2, que carecem de uma elaboração mais detalhada, quanto à sua implementação tecnológica.

Uma vez que os casos de uso que consistem no sistema receber informações de outras aplicações ou sistemas externos (UC5 e UC6), assim como enviar informações para uma aplicação (UC4), apresentam processos de implementação simples, nesta secção os casos de uso que serão abordados são: UC1, UC2 e UC3.

5.3.1 UC1: O profissional de saúde tem de conseguir definir e gerir regras

Como identificado na secção anterior, 5.2, este caso de uso possui 4 fluxos distintos. Estes 4 fluxos estão associados às quatro operações CRUD (*CRUD / MDN*, n.d.). Diante disso, irá se representar um diagrama de sequência para o fluxo de visualização de regras e um diagrama para o fluxo de criação de uma regra. Os 2 fluxos restantes, o de edição e remoção, são muito semelhantes ao fluxo de criação.

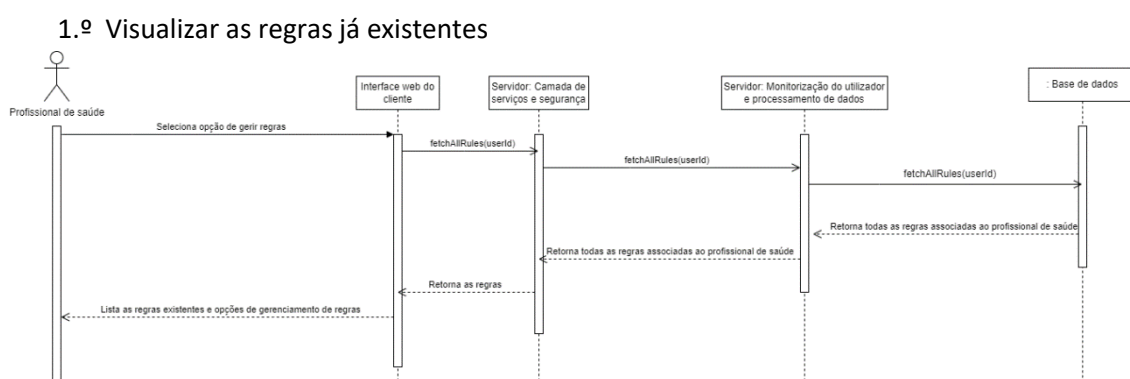


Figura 32 - SD de visualização de regras

O diagrama de sequência ilustrado na figura 32, encontra-se no Anexo F, para uma melhor leitura. Este diagrama apresenta o fluxo para visualizar regras no sistema. Este fluxo é inicializado pelo pedido do Profissional de saúde para visualizar regras na aplicação web. Após este pedido, é obtido da base de dados todas as regras associadas ao profissional de saúde que estiver *logado* no sistema. Este pedido passa pela camada de segurança, camada por onde

todos os dados entram e saem do servidor, assim como pelo serviço de monitorização do utilizador e processamento de dados, serviço responsável por aceder à base de dados.

2.º Criar uma regra

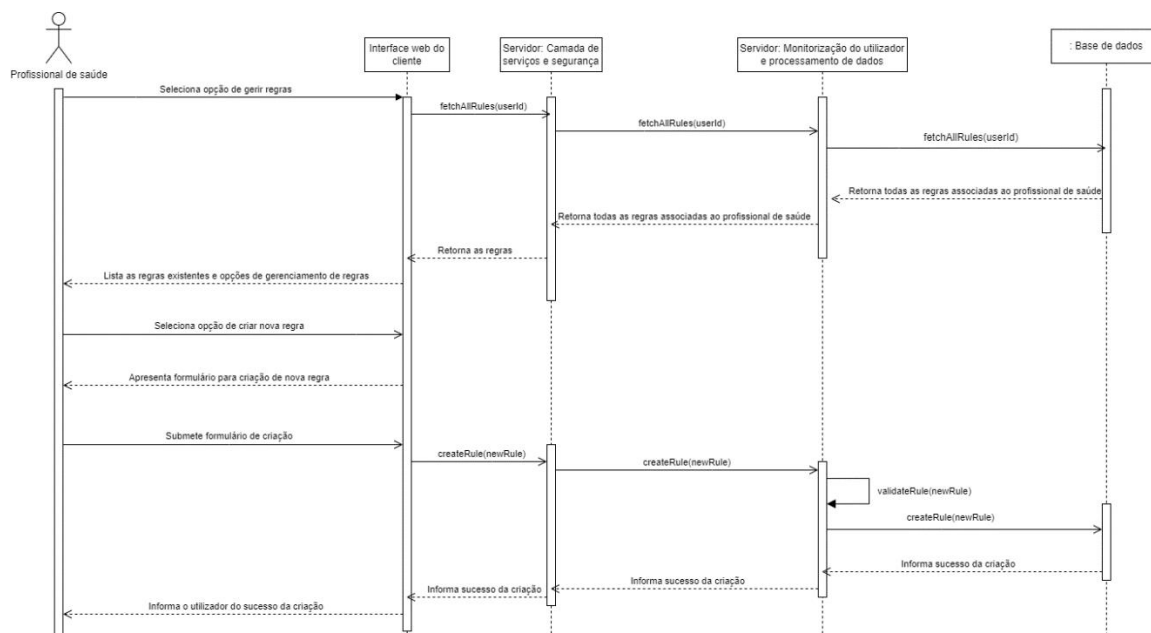


Figura 33 - SD de criação de uma regra

O diagrama de sequência ilustrado na figura 33, encontra-se no Anexo G, para uma melhor leitura. Este diagrama apresenta o fluxo para criar uma regra no sistema. Este fluxo inicia-se pelo mesmo fluxo elaborado anteriormente, para a visualização de regras. Após as regras serem listadas, a aplicação web apresenta um formulário de criação. O Profissional de saúde, ao submeter o formulário preenchido, irá executar um pedido de criação de uma regra ao servidor. Este pedido passa pela camada de segurança, assim como pelo serviço de monitorização do utilizador e processamento de dados, serviço onde se realiza a validação da regra a ser criada e, caso a regra seja valida, a persistência da nova regra na base de dados do sistema.

5.3.2 UC2: O profissional de saúde tem de conseguir acompanhar o estado e progresso dos seus pacientes

Este caso de uso foca-se na capacidade de um Profissional de saúde conseguir visualizar o estado e progresso de um paciente, na aplicação web.

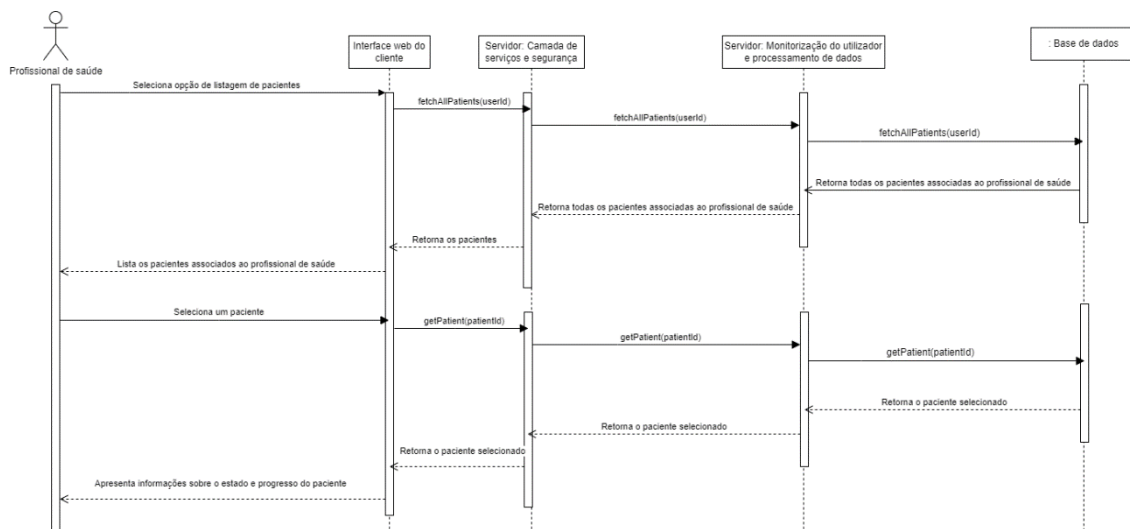


Figura 34 - SD de visualização de informações de um paciente

O diagrama de sequência ilustrado na figura 34, encontra-se no Anexo H, para uma melhor leitura. Este diagrama apresenta o fluxo para visualizar informações do estado e progresso de um paciente, no sistema. Este fluxo é inicializado pelo pedido do Profissional de saúde para listar os pacientes, na aplicação web. Após este pedido, é obtido da base de dados todos os pacientes associados ao profissional de saúde que estiver *logado* no sistema. Este pedido passa pela camada de segurança, assim como pelo serviço de monitorização do utilizador e processamento de dados, serviço responsável por aceder à base de dados.

Após a listagem dos pacientes, o profissional de saúde seleciona um paciente. Esta seleção executa um pedido para obtenção dos dados, do paciente selecionado, ao servidor. Este último pedido adota um fluxo semelhante ao pedido de obtenção dos pacientes. Após este pedido executar, a aplicação web apresenta na interface o estado e progresso do paciente selecionado.

5.3.3 UC3: O Sistema tem de conseguir gerar recomendações

Este caso de uso foca-se na capacidade de o Sistema conseguir gerar recomendações personalizadas.

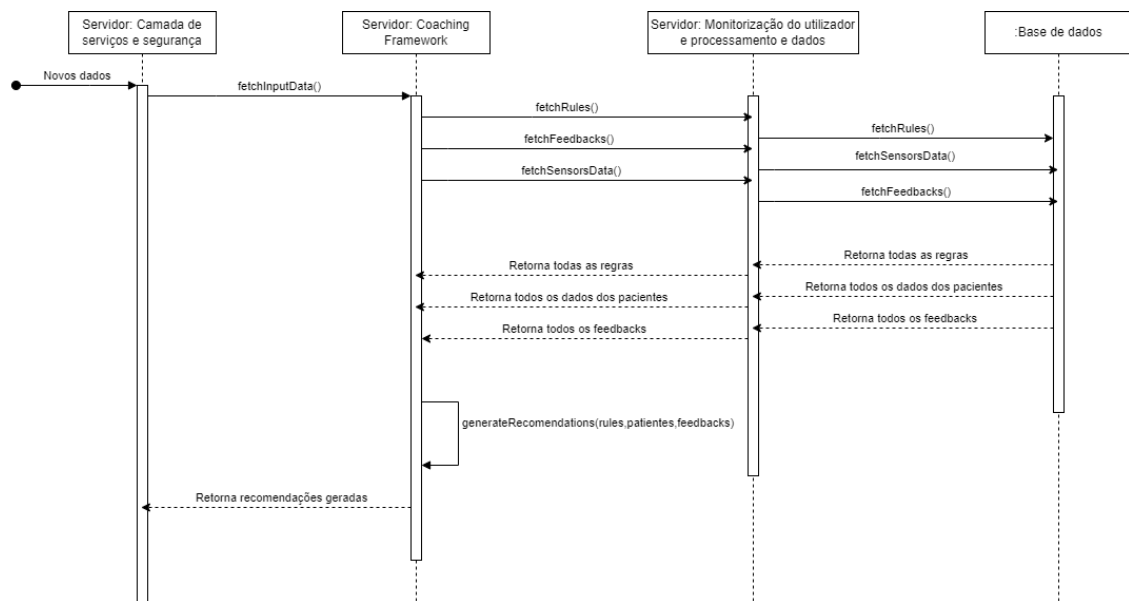


Figura 35 - SD de geração de recomendações

O diagrama de sequência ilustrado na figura 35, encontra-se no Anexo I, para uma melhor leitura. Este diagrama apresenta o fluxo para gerar recomendações personalizadas. Este processo é iniciado sempre que existem novos dados relativamente a regras, feedback de pacientes ou dados dos pacientes obtidos através dos sensores. Ao existir algum dado novo ou alterado no sistema, um evento para atualizar as informações, no módulo Coaching Framework, é inicializado no servidor do sistema. Esta atualização irá consistir na realização de 3 pedidos assíncronos. Um pedido para obter as últimas informações quanto às regras, outro quanto aos feedbacks dos pacientes e outro quanto aos dados recebidos pelos sensores. Após o módulo Coaching Framework possuir as informações mais atualizadas, o mesmo irá gerar recomendações a partir da invocação de um método. É de realçar que este método incorpora mecanismos inteligentes para considerar todos os dados de entrada.

5.4 Modelo de domínio

Nesta secção apresenta-se o modelo de domínio elaborado, de forma a ser possível visualizar os atores e as suas atividades, no sistema. O modelo de domínio encontra-se apresenta na figura 36, assim como no Anexo C, para uma melhor leitura.

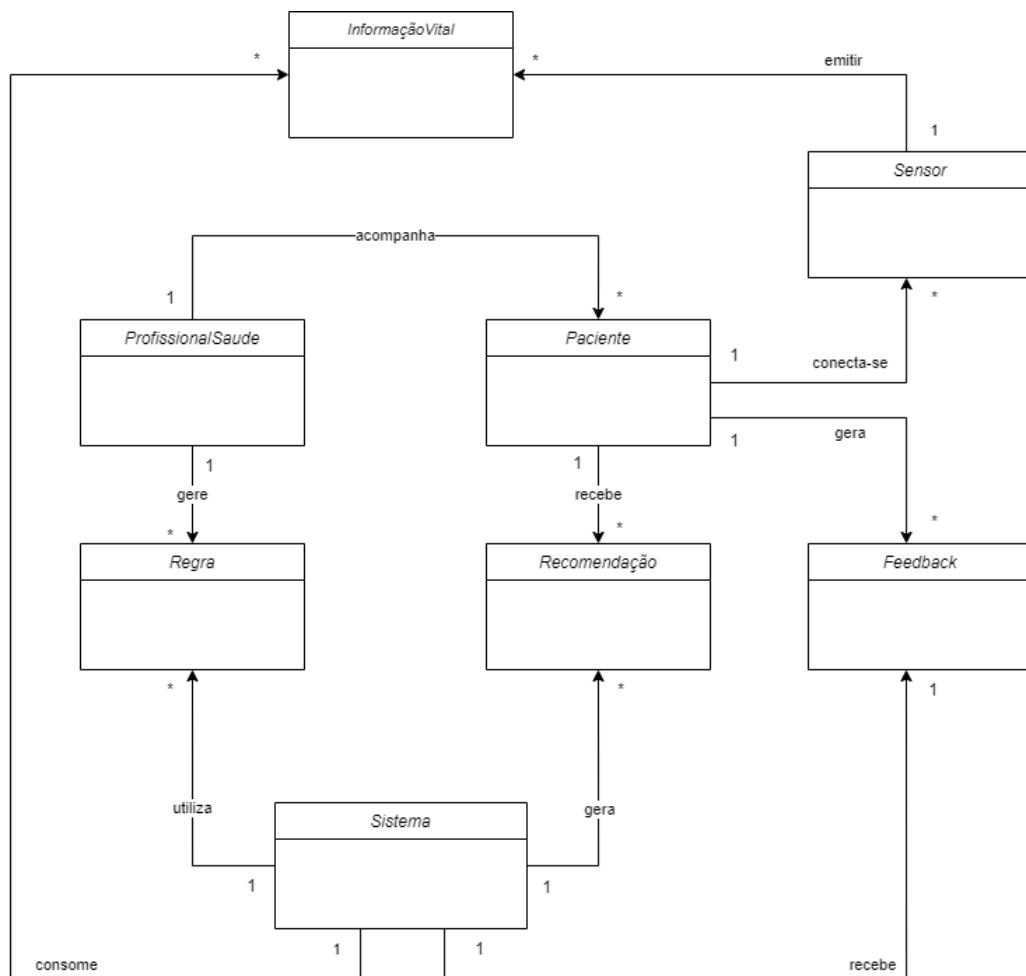


Figura 36 - Modelo de domínio

Como apresentado no modelo de domínio, é possível visualizar as entidades que estarão presentes nos fluxos da solução a se desenvolver.

Primeiro, realça-se o **Profissional de saúde** que será responsável por acompanhar **Pacientes**, assim como gerir **Regras**. Por sua vez, o **Sistema** irá consumir **Informações vitais** e utilizar as regras definidas, de forma a gerar **Recomendações**, assim como receber **Feedback** dos pacientes, sobre as recomendações enviadas aos mesmos. Por fim, os pacientes também se conectam com **Sensores**, sendo estes sensores os responsáveis por emitir as informações vitais dos pacientes.

Apresentado o domínio da solução, é importante de realçar que a complexidade da solução não se reflete na complexidade do modelo de domínio, uma vez que o grande desafio do presente trabalho se encontra no desenvolvimento do módulo Coaching Framework no **Sistema**, capacitando o mesmo a gerar recomendações personalizadas conforme regras previamente definidas.

6 Desenvolvimento

Este capítulo é responsável por apresentar a análise exploratória dos dados realizada, assim como o processo de implementação da solução, acompanhado de todas as tomadas de decisão, durante o processo de desenvolvimento.

6.1 Análise Exploratória

Numa fase inicial do desenvolvimento, antes de se implementar a lógica de gerenciamento das regras, procedeu-se a uma análise exploratória dos dados de 3 pacientes, num período de 8 dias, de forma a definir-se regras que realmente adicionem valor para os pacientes.

Esta análise exploratória consistiu em um trabalho extensivo sobre os dados recolhidos, calculando novas variáveis a partir das variáveis recolhidas diretamente dos pacientes, isolando certas variáveis e relações entre as mesmas, assim como na construção de gráficos que facilitem a leitura da informação extraída.

Durante este processo, foram elaborados 6 gráficos sobre os quais se analisaram e extraíram regras que se consideraram relevantes a se implementar no presente trabalho. Estes gráficos representam variáveis dos pacientes e/ou relações entre as mesmas.

Antes de se proceder à apresentação dos gráficos obtidos, é importante apresentar os dados que foram utilizados para esta análise exploratória. Dito isso, foram utilizados 2 ficheiros, em formato Excel, que foram disponibilizados pelos proponentes do projeto. Como referido previamente, estes ficheiros contêm os dados de 3 pacientes e foram recolhidos num período de 8 dias.

O primeiro ficheiro, denominado por “claudicação_conditions.xlsx”, apresenta dados dos 3 pacientes englobando períodos de dor e localização da respetiva dor. Na seguinte figura podemos visualizar um excerto desse ficheiro:

	A	B	C	D	E	
1	Patient	PainStart	PainEnd	BodySite	Side	
2	1	2023-05-02 16:42:00.0000000	2023-05-02 16:42:10.0000000	Thigh	RIGHT	
3	1	2023-05-06 12:06:13.0000000	2023-05-06 12:13:48.0000000	Calf	LEFT	
4	1	2023-05-06 12:17:25.0000000	2023-05-06 12:36:16.0000000	Calf	LEFT	
5	1	2023-05-06 12:18:33.0000000	2023-05-06 12:36:22.0000000	Shin	LEFT	
6	1	2023-05-11 16:36:29.0000000	2023-05-11 16:51:39.0000000	Calf	RIGHT	
7	1	2023-05-12 08:14:01.0000000	2023-05-12 08:20:48.0000000	Calf	RIGHT	
8	1	2023-05-12 08:30:21.0000000	2023-05-12 08:31:45.0000000	Calf	RIGHT	
9	1	2023-05-12 08:30:30.0000000	2023-05-12 08:31:26.0000000	Calf	LEFT	
10	1	2023-05-12 08:31:47.0000000	2023-05-12 08:33:42.0000000	Calf	LEFT	
11	2	2023-05-01 13:20:40.0000000	2023-05-01 13:20:53.0000000	Thigh	RIGHT	

Figura 37 – Excerto dos dados existentes no ficheiro “claudicação_conditions.xlsx”

Como é possível visualizar na figura 37, o ficheiro “claudicação_conditions.xlsx” apresenta a coluna “Patient”, a representar que paciente teve o momento de dor, as colunas “PainStart” e “PainEnd”, a representar o período em que a dor ocorreu, a coluna “BodySite”, a representar em que membro do corpo a dor incidiu, e a coluna “Side”, que representa o lado do corpo em que a dor ocorreu.

Por sua vez, o segundo ficheiro, denominado por “claudicação.xlsx”, possui dados dos 3 pacientes que engloba diversas variáveis em diferentes instantes durante o dia, sendo estes instantes intervalados de 1 em 1 segundo. Na seguinte figura podemos visualizar um excerto desse ficheiro:

	A	B	C	D	E	F
1	Patient	TimeInstant	Speed	Distance	HeartRate	Slope
2	1	2023-05-02 16:41:27.0000000	0	0	98	16,71553
3	1	2023-05-02 16:41:28.0000000	0	0	98	16,71558
4	1	2023-05-02 16:41:29.0000000	0	0	97	16,71356
5	1	2023-05-02 16:41:30.0000000	0	0	97	16,73628
6	1	2023-05-02 16:41:31.0000000	0	0	97	16,72453
7	1	2023-05-02 16:41:32.0000000	0	0	97	16,71166
8	1	2023-05-02 16:41:33.0000000	0	0	97	16,71113
9	1	2023-05-02 16:41:34.0000000	0	0	97	16,6799
10	1	2023-05-02 16:41:35.0000000	0	0	97	16,72246
11	1	2023-05-02 16:41:36.0000000	0	0	97	16,70475
12	1	2023-05-02 16:41:37.0000000	0	0	97	16,71173

Figura 38 - Excerto dos dados existentes no ficheiro “claudicação.xlsx”

Como é possível visualizar na figura 38, o ficheiro “claudicação.xlsx” apresenta a coluna “Patient”, a representar que paciente teve o momento de dor, a coluna “TimeInstante”, que

representa o instante em que os valores daquela linha foram recolhidos, a coluna “Speed”, a representar a velocidade com que o paciente se encontrava no respetivo instante, a coluna “Distance”, que representa a distancia que o paciente percorreu naquele dia, até ao respetivo instante, a coluna “HeartRate”, que representa os batimentos cardíacos por minuto no respetivo instante, e a coluna “Slope”, que representa a inclinação do paciente no instante.

Nas seguintes secções são apresentados e analisados os gráficos que foram obtidos com a exploração dos dados previamente apresentados.

6.1.1 Duração dos momentos de dor - Paciente

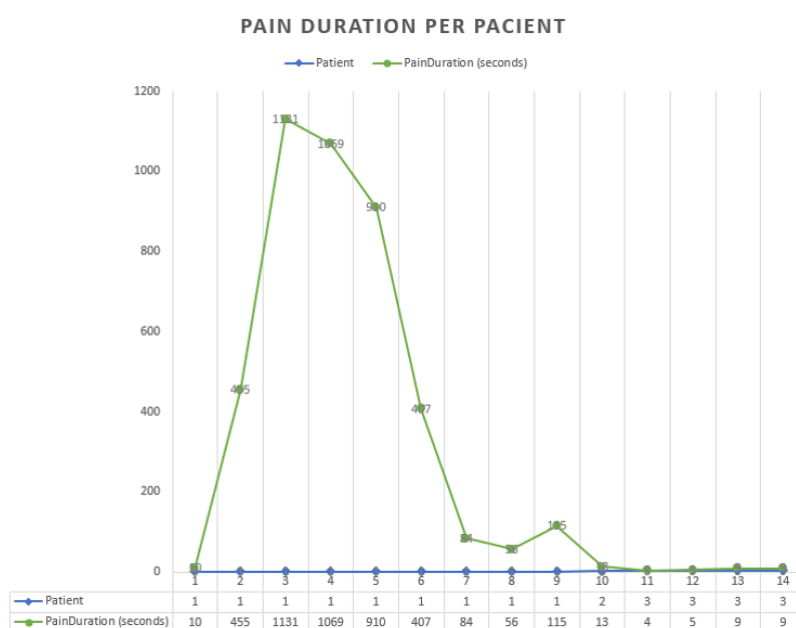


Figura 39 – Relação entre a duração dos momentos de dor e os pacientes

Analisando o gráfico presente na figura 39, verificou-se que dores com duração superior a 8min (480 segundos) são as mais raras - 3 em 14 (21%).

Com o intuito de tentar reduzir a dor em momentos de dor extensos e incomuns, verificou-se a necessidade de permitir gerar recomendações quando uma dor persiste à mais de, por exemplo, 8 minutos. Dessa forma, definiu-se a seguinte regra genérica:

‘Se uma dor persistir à mais de X minutos, recomendar Y.’

Sendo que X e Y são ambos valores a serem definidos pelo profissional de saúde no momento da construção da regra na plataforma web.

6.1.2 Momentos de dor – Localização da dor

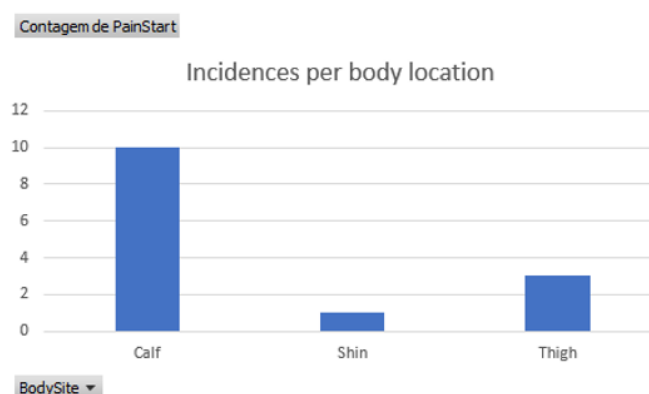


Figura 40 – Relação entre os momentos de dor e a localização da dor

Analisando o gráfico presente na figura 40, verificou-se que a dor tem maior incidência na panturrilha, depois na coxa e, por fim, na canela. Considerando que o número de incidências varia de acordo com o local de dor, verificou-se a necessidade de permitir gerar recomendações específicas dependendo da localização da dor no momento. Dessa forma, definiu-se a seguinte regra genérica:

‘Se a dor for na localização X, recomendar Y.’

Sendo que X e Y são ambos valores a serem definidos pelo profissional de saúde no momento da construção da regra na plataforma web.

6.1.3 Momentos de dor – Lado do corpo do paciente

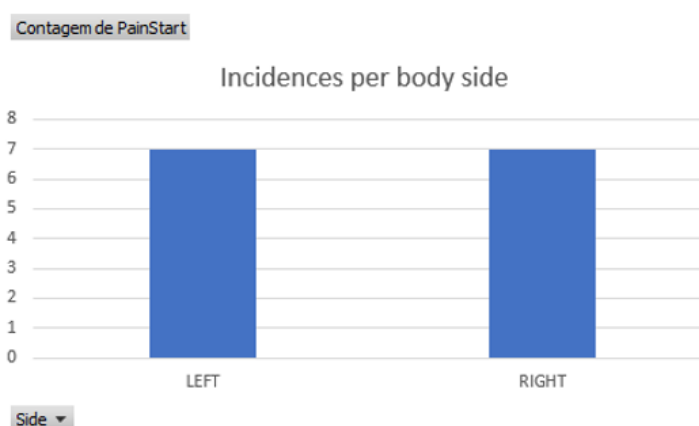


Figura 41 – Relação entre os momentos de dor e o lado do corpo

Analisando o gráfico presente na figura 41, verificou-se que o número de incidências de dor é independente do lado do corpo em que a dor ocorre no paciente. Dessa forma, não se extraiu

nenhuma regra genérica a se implementar no presente trabalho, que envolva o lado do corpo do paciente em que a dor ocorra.

6.1.4 Distância percorrida, Batimentos cardíacos e Inclinação



Figura 42 – Distância percorrida, batimentos cardíacos e inclinação de um paciente

Analisando o gráfico presente na figura 42, verificou-se, ao longo de 8 dias, que existe uma grande variação entre a distância percorrida em cada dia. O registro mínimo foi de 9,503m e o registro máximo foi de 966,382m.

Considerando isso, verificou-se a necessidade de permitir gerar recomendações específicas de acordo com a distância percorrida por um paciente num dia, com o intuito de gerir a atividade física de acordo com as necessidades do paciente em questão. Dessa forma, definiu-se a seguinte regra genérica:

1. 'Se um paciente tiver andado menos que X metros, às Y horas, recomendar Z.'

Sendo que X, Y e Z são valores a serem definidos pelo profissional de saúde no momento da construção da regra na plataforma web.

É de realçar que o gráfico presente na figura 42 é referente a um único paciente, mas como os restantes pacientes apresentaram resultados semelhantes considerou-se redundante a apresentação dos mesmos.

6.1.5 Momentos de dor - Movimentação

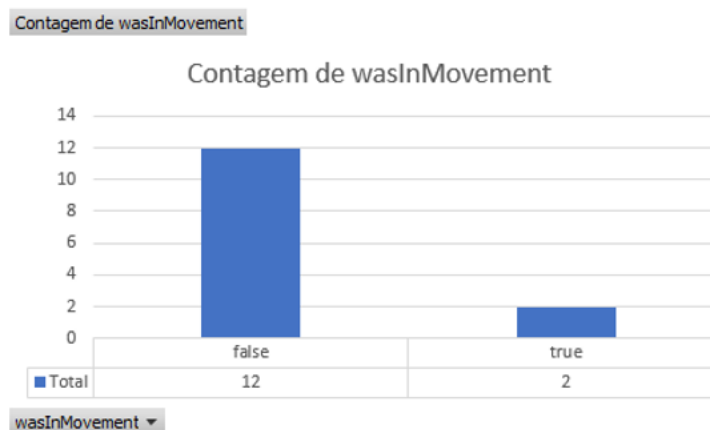


Figura 43 – Relação entre os momentos de dor e movimentação

Analisando o gráfico presente na figura 43, verificou-se que cerca de 86% dos momentos de dor começam em instantes em que o paciente não está movimentando-se. Dessa forma, parece haver uma relação direta entre a ausência de movimento e momentos de dor.

Considerando isso, verificou-se a necessidade de permitir gerar recomendações específicas de acordo com a quantidade de tempo que um paciente se encontra em repouso ininterruptamente, com o intuito de tentar prevenir os momentos de dor. Dessa forma, definiu-se a seguinte regra genérica:

‘Se um paciente permanecer em repouso de forma contínua por X min, recomendar Y.’

Sendo que X e Y são ambos valores a serem definidos pelo profissional de saúde no momento da construção da regra na plataforma web.

6.1.6 Batimentos cardíacos e inclinação – Momentos de dor

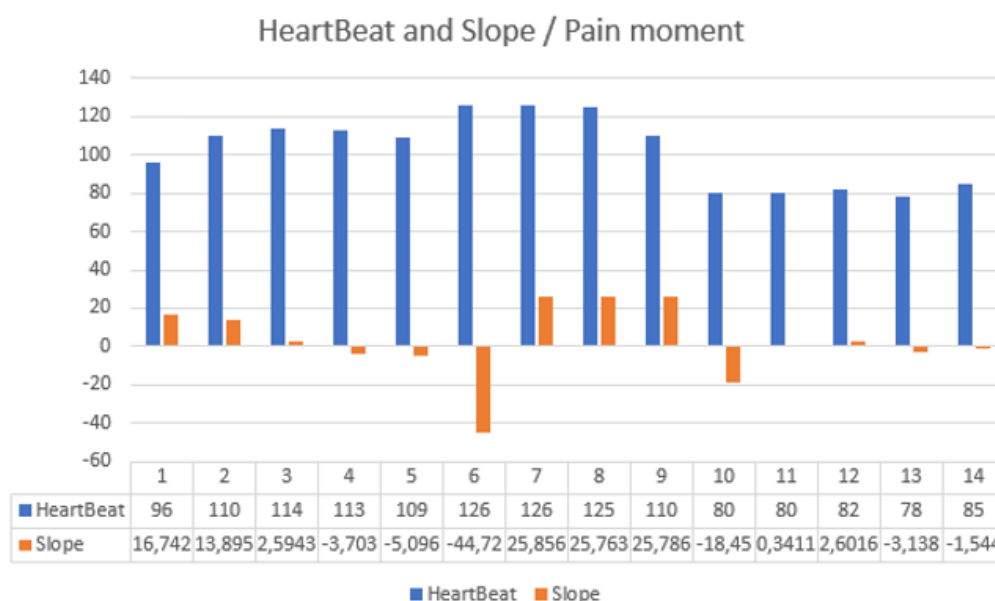


Figura 44 - Relação entre os batimentos cardíacos e inclinação com os momentos de dor

Um adulto, no dia a dia, tem, por norma, os batimentos cardíacos por minuto(bpm) compreendido entre os 50 bpm e os 80 bpm.

Analisando o gráfico presente na figura 44, verificou-se que nos momentos de dor os bpm dos pacientes encontram-se superiores ao limite normal de 80bpm em 79% dos casos.

Considerando isso, assim como o facto, apresentado previamente, onde se verificou que os momentos de dor são em repouso 86% dos casos, verifica-se uma possível relação entre bpm elevados e os momentos de dor. Dessa forma, definiu-se a seguinte regra genérica:

‘Se um paciente estiver em repouso com os bpm superiores a X, recomendar Y.’

Sendo que X e Y são ambos valores a serem definidos pelo profissional de saúde no momento da construção da regra na plataforma web.

Quando à inclinação, não foi identificado nenhum padrão, portanto não se definiu nenhuma regra para essa variável.

6.1.7 Resultados obtidos

Após a análise exploratória dos dados ter sido realizada, podemos concluir que a análise exploratória foi efetuada com sucesso uma vez que foi possível extrair 5 regras que irão permitir gerar recomendações personalizadas para os pacientes. As 5 regras obtidas foram:

- ‘Se uma dor persistir à mais de X minutos, recomendar Y’;

- ‘Se a dor for na localização $\underline{X}$, recomendar $\underline{Y}$ ’;
- ‘Se um paciente tiver andado menos que $\underline{X}$ metros, às $\underline{Y}$ horas, recomendar $\underline{Z}$ ’;
- ‘Se um paciente permanecer em repouso de forma contínua por $\underline{X}$ min, recomendar $\underline{Y}$ ’;
- ‘Se um paciente estiver em repouso com os bpm superiores a $\underline{X}$, recomendar $\underline{Y}$ ’;

Com as regras a implementar já definidas, procedeu-se para o Desenvolvimento da solução.

6.2 Desenvolvimento da solução

Nesta secção será apresentada toda a implementação realizada para dar resposta aos 6 casos de uso definidos no capítulo 5, na secção 5.2.1.

Para começar, é importante realçar, uma vez mais, que o presente trabalho foi realizado no âmbito de um projeto de investigação já existente e, por causa disso, os serviços como a Coaching framework e a plataforma web do profissional de saúde, que serão abordados nesta secção, já existiam. No presente trabalho desenvolveu-se sobre os serviços já existentes, que incluíam inúmeras funcionalidades que não são abordadas neste documento.

Quanto à implementação da solução, desenvolveu-se em 2 serviços distintos, a aplicação web do profissional de saúde e a Coaching framework, sendo que, para o presente trabalho, a Coaching framework é o principal foco.

Assim sendo, nesta secção é apresentada a implementação que foi feita em cada um desses serviços, assim como evidenciado em que parte da solução se dá resposta a cada um dos 6 casos de uso pré-definidos.

6.2.1 Arquitetura

No capítulo 2, do presente documento, apresentou-se a arquitetura geral do projeto, já existente no contexto do projeto Inno4Health. Nesta secção, é apresentada a arquitetura quanto aos serviços que foram trabalhados no presente trabalho, assim como a relação e fluxo entre eles.

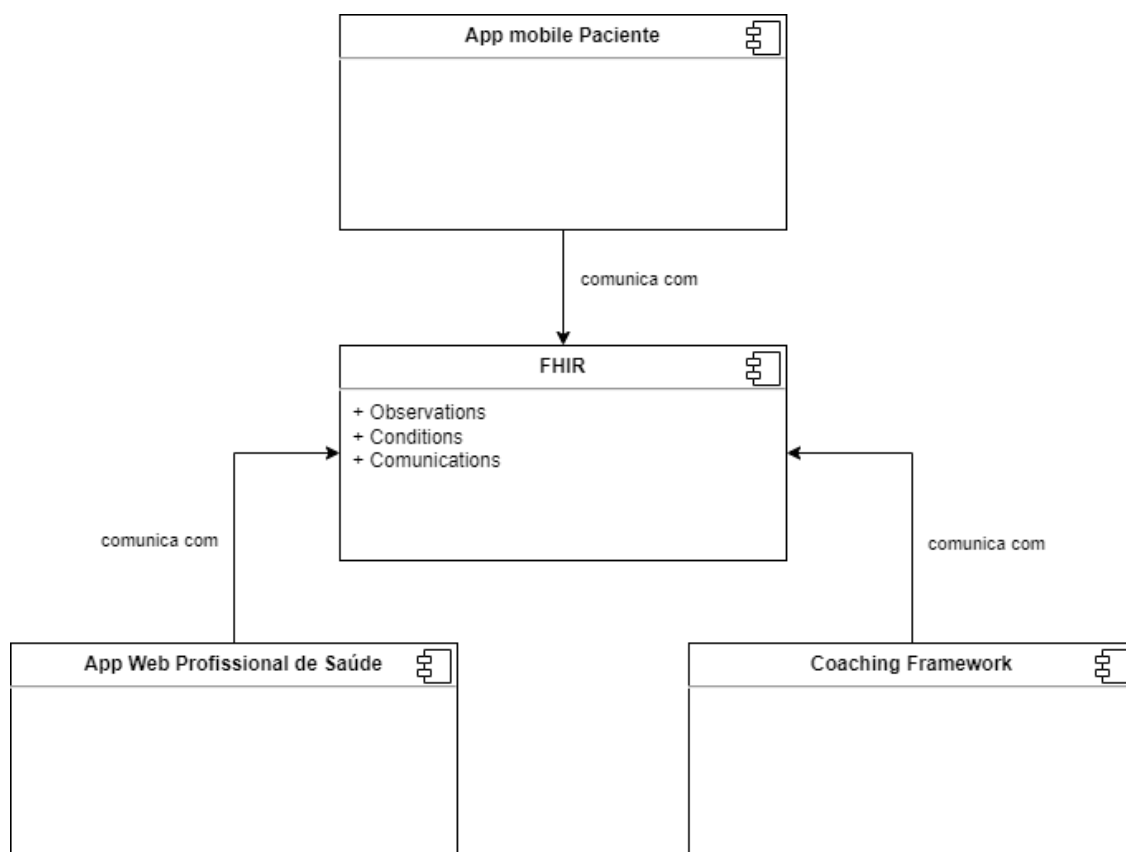


Figura 45 – Arquitetura e fluxo da solução desenvolvida

Como é possível verificar na figura 45, a *Coaching Framework*, a Aplicação Web do Profissional de saúde e a Aplicação mobile do Paciente não comunicam entre si diretamente. Todos estes serviços utilizam o Serviço FHIR como um conector entre os mesmos.

Este serviço FHIR, é um serviço que atua como uma base de dados de todos os dados dos pacientes, assim como das recomendações geradas e comunicadas.

Primeiro, a Aplicação mobile do Paciente é responsável por enviar os dados vitais dos pacientes para o serviço FHIR, de forma que estes fiquem persistidos no mesmo. É importante realçar que esta persistência dos dados, neste serviço FHIR, ocorre sempre respeitando o padrão de nomenclaturas adotado, o padrão fhir. Dessa forma, todos os dados vitais recolhidos dos pacientes são enviados como objetos do tipo *Observation* (*Observation - FHIR v5.0.0*, n.d.) e todas as instâncias de dor que o paciente apresente, são persistidas como objetos do tipo *Conditions* (*Condition - FHIR v5.0.0*, n.d.).

Por sua vez, a Aplicação web do profissional de saúde, irá construir as regras a validar através da interface da aplicação. Estas regras serão construídas e persistidas respeitando o padrão de nomenclatura fhir. Sendo assim, O profissional de saúde irá definir *Coaching Plans* (Plano de mentoria) e associar os mesmos a um paciente. Um plano de mentoria é constituído por um conjunto de 'Regras' a serem validas num período, numa determinada recorrência. Respeitando o padrão fhir, as regras presentes no plano de mentoria, têm a nomenclatura *Goals*.

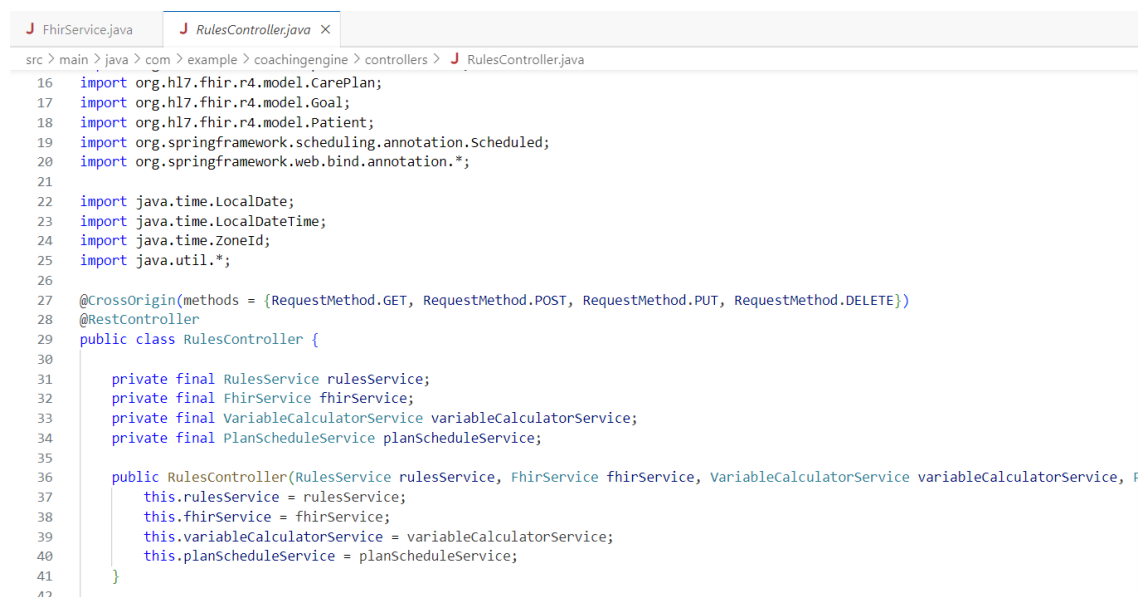
Quanto à Coaching Framework, este serviço é responsável por consumir os *Coaching Plans* ativos no dia do serviço FHIR. Após ter os *Coaching Plans* disponíveis e, consequentemente, as regras a se validarem durante o dia. A Coaching Framework, de forma intervalada e repetidamente, irá consumir as *Observations* e *Conditions* do serviço FHIR. Tendo os dados do paciente até ao instante, as *Goals* são executadas e caso alguma tenha sido ativada, uma recomendação personalizada é gerada, de acordo com o que a regra definida pelo profissional de saúde indicar. Estas recomendações, são enviadas e persistidas no serviço FHIR, em formato de *Communications* (*Condition* - FHIR v5.0.0, n.d.), respeitando o padrão de nomenclatura adotado.

6.2.2 Coaching Framework

[illegible]

Como é possível verificar na figura 46, o serviço FhirService cria uma conexão com o serviço FHIR através de um contexto um cliente genérico “client”. Após o cliente ter sido inicializado, este pode ser utilizado para comunicar entre a Coaching Framework e o serviço FHIR, de forma bidirecional.

Para além do FhirService, implementou-se a classe RulesController, com o intuito de esta gerenciar toda a aplicação. Como pode ser visualizado na figura 47, a classe RulesController instância a classe FhirService, no seu construtor, de forma a conseguir comunicar com o serviço FHIR, sempre que existir a necessidade de consumir dados do serviço FHIR, assim como enviar dados para o próprio.



```
16 import org.hl7.fhir.r4.model.CarePlan;
17 import org.hl7.fhir.r4.model.Goal;
18 import org.hl7.fhir.r4.model.Patient;
19 import org.springframework.scheduling.annotation.Scheduled;
20 import org.springframework.web.bind.annotation.*;
21
22 import java.time.LocalDate;
23 import java.time.LocalDateTime;
24 import java.time.ZoneId;
25 import java.util.*;
26
27 @CrossOrigin(methods = {RequestMethod.GET, RequestMethod.POST, RequestMethod.PUT, RequestMethod.DELETE})
28 @RestController
29 public class RulesController {
30
31     private final RulesService rulesService;
32     private final FhirService fhirService;
33     private final VariableCalculatorService variableCalculatorService;
34     private final PlanScheduleService planScheduleService;
35
36     public RulesController(RulesService rulesService, FhirService fhirService, VariableCalculatorService variableCalculatorService, PlanScheduleService planScheduleService) {
37         this.rulesService = rulesService;
38         this.fhirService = fhirService;
39         this.variableCalculatorService = variableCalculatorService;
40         this.planScheduleService = planScheduleService;
41     }
42 }
```

Figura 47 - Classe RulesController

Esta classe RulesController, é responsável por definir dois momentos recorrentes importantes. Primeiro, esta classe tem um método recorrente “generateRulesForToday” que é invocado todos os dias à meia-noite. Este método é responsável por consumir os *Coaching Plans* persistidos no serviço FHIR, que foram definidos pelo profissional de saúde, e obter todas as regras que são para ser executadas naquele dia. Esta implementação é apresentada na seguinte figura:

```

133
134 @Scheduled(cron = "@daily")
135 void generateRulesForToday(){
136     System.out.println("--[[ NEW DAY DETECTED ]]-");
137
138     //Remove the PlansSchedules whose endDates have been reached (today > endDate)
139     plansScheduleService.deleteEndedPlanSchedules();
140
141     //Find which CarePlans are scheduled to have its rules re-generated today
142     List<PlanSchedule> planSchedules = planScheduleService.getPlansScheduledForToday();
143     List<Rule> allGeneratedRules = new ArrayList<>();
144     System.out.print("Plans for today: ");
145     System.out.println(planSchedules);
146
147     //For each CarePlan found:
148     for (PlanSchedule planSchedule : planSchedules) {
149         //Delete any rules already present from a previous scheduled day of this carePlan
150         //This is just a precaution, it should not be needed because the rules should delete themselves after they succeed or fa
151         //and they should all succeed or fail before the next scheduled reset
152         rulesService.deleteByCarePlanId(planSchedule.carePlanId);
153
154         //Generate its rules (they get stored in another part of the database)
155         List<Rule> generatedRules = generateRulesOfCarePlan(planSchedule.carePlanId);
156         System.out.println("I generated these new rules for careplan " + planSchedule.carePlanId);
157         System.out.println(generatedRules);
158
159         //Update the lastReschedule date
160         planSchedule.lastReschedule = DateConverter.localDateTimeToDate(LocalDate.now().atStartOfDay());
161         planScheduleService.updatePlanSchedule(planSchedule);
162
163         //Add the generated rules to a list just to have some feedback of the rules added (could be removed)
164         allGeneratedRules.addAll(generatedRules);
165     }
166 }
167

```

Figura 48 - Método "generateRulesForToday" na classe RulesController

Após a Coaching Framework possuir em memória as regras a serem executadas no dia, a classe RulesController invoca o método "fireRules" de 5 em 5 minutos, valor que foi atribuído à variável "fireRulesCronSchedule". Desta forma, a Coaching Framework irá de 5 em 5 minutos obter os dados atuais dos pacientes e executar as regras necessárias de acordo com os dados no momento. Se alguma regra for acionada, a Coaching Framework irá gerar uma recomendação personalizada (*Communication*), de acordo com o que foi definido pelo profissional de saúde para cada paciente, e enviar a mesma para o serviço FHIR. Desta forma as *Communications* ficarão persistidas no serviço FHIR, disponíveis para serem consumidas pela aplicação mobile do paciente. Esta implementação encontra-se disponível na seguinte figura:

```

J FhirService.java  J RulesController.java  J RulesService.java
src > main > java > com > example > coachingengine > controllers > J RulesController.java
166     }
167
168     @Scheduled(cron = "${fireRulesCronSchedule}")
169     void fireRules() {
170         System.out.println("--- Time to Fire Rules ---");
171         List<Patient> patients = fhirService.getAllPatients();
172         for (Patient patient : patients) {
173             //Get the patient ID
174             String patientId = patient.getIdElement().getIdPart();
175             System.out.println("Running rules for patient " + patientId + " (" + patient.getTelecom().get(0).getValue() + ")");
176
177             //Get the rules for this patient
178             List<Rule> rules = rulesService.getPatientRules(patientId);
179
180             //If this patient has no rules, no need to do anything on Coaching. Continue to next patient in loop
181             if (rules == null || rules.isEmpty()) {
182                 continue;
183             }
184
185             //Get the diseases that the rules are associated with, so we know what variables to calculate
186             Set<DiseaseType> patientDiseases = new HashSet<>();
187             for (Rule rule : rules) {
188                 patientDiseases.add(rule.diseaseType);
189             }
190             //Calculate the variables
191             PatientInfo patientInfo = variableCalculatorService.calculatePatientInfo(patientId, patientDiseases);
192             System.out.println(patientInfo);
193             //Fire rules and get the results
194             List<RuleResult> ruleResults = rulesService.fireRules(patientInfo, rules);
195             System.out.println(ruleResults);
196             //Update the status of the associated Goals in FHIR, and create Communications (notifications) if necessary
197             fhirService.updateGoalsAndCreateCommunications(ruleResults);
198             //If there were rules that were achieved with success or failed, remove those rules from the database, so they are not
199             rulesService.deleteFinishedRules(ruleResults);
200         }
201     }

```

Figura 49 - Método fireRules da classe RulesController

Antes de se executarem as regras calculam-se as variáveis, de acordo com as *Observations* e *Conditions* registradas até ao momento. Este passo é importante pois o profissional de saúde só poderá definir regras na plataforma web considerando variáveis que tenham a lógica de calculo implementadas na Coaching Framework. O método fireRules irá invocar o método calculatePatientInfo que é o método responsável por calcular as variáveis, como apresentado na figura 50.

```

J VariableCalculatorService.java X J FhirService.java J RulesController.java J RulesService.java
src > main > java > com > example > coachingengine > services > J VariableCalculatorService.java
18 @Service
19 public class VariableCalculatorService {
20
21     private final FhirService fhirService;
22
23     private final ApplicationProperties applicationProperties;
24
25 > public VariableCalculatorService(FhirService fhirService, ApplicationProperties applicationProperties) { ...
26 }
27
28
29
30 public PatientInfo calculatePatientInfo(String patientId, Set<DiseaseType> patientDiseases){
31     PatientInfo patientInfo = new PatientInfo();
32
33     //Intermittent Claudication Variables
34     if(patientDiseases.contains(DiseaseType.INTERMITTENT_CLAUDICATION)) {
35         patientInfo.walkingTime = currentWalkingTimeToday(patientId);
36         boolean pendingApproval = false; //Change to false in local to test variables pending approval from doctor
37         if(!pendingApproval) {
38             patientInfo.painPeriodTime = currentPainPeriodTime(patientId);
39             patientInfo.restTime = currentRestTime(patientId);
40             patientInfo.bpmResting = currentBpmResting(patientId);
41             patientInfo.painLocation = currentPainLocation(patientId);
42         }
43     }
44
45     // Diabetic Foot Variables
46     if (patientDiseases.contains(DiseaseType.DIABETIC_FOOT)) {
47         patientInfo.timeWithTooMuchPressure = timeWithTooMuchPressure(patientId);
48     }
49
50     // Venous Ulcers Variables
51     if (patientDiseases.contains(DiseaseType.VENOUS_ULCERS)) {
52         patientInfo.timeStillWithLegVertical = timeStillWithLegVertical(patientId);
53     }
54     return patientInfo;
55 }
56

```

Figura 50 - Classe VariableCalculatorService

Como apresentado na figura anterior, a classe VariableCalculatorService possui o método calculatePatientInfo que irá calcular os valores de cada variável de acordo com os dados dos pacientes até ao momento. O cálculo de cada variável é individual e cada um utiliza os dados dos pacientes necessários.

No presente trabalho, implementou-se a lógica de calculo de 5 variáveis, de forma a permitir implementar as 5 regras propostas na secção 6.1.7.

Primeiro, para a regra “Se uma dor persistir à mais de X minutos, recomendar Y”, foi implementado um método para calcular o valor da duração de dor atual. Através deste valor calculado, a regra irá conseguir comparar o valor calculado com o valor “X” que seja definido pelo médico na plataforma web, de forma a verificar se a regra foi acionada ou não. Esta lógica será a mesma para todas as restantes regras. Denominou-se a duração de dor atual como a variável “painPeriodTime”. Para calcular o valor de “painPeriodTime” implementou-se o seguinte método na classe VariableCalculatorService:

```

public int currentPainPeriodTime(String patientId) {
    List<Condition> conditions = fhirService.getPainPeriodsConditionsOfToday(patientId);
    int secondsInPain = 0;
    for (Condition condition : conditions) {
        if(condition.getOnsetPeriod().getEnd().equals(Date.from(LocalDateTime.now().toInstant(ZoneOffset.UTC)))) {
            secondsInPain = (int) ((condition.getOnsetPeriod().getEnd().getTime() - condition.getOnsetPeriod().getStart().getTime()) / 1000);
            return secondsInPain;
        }
    }
    return secondsInPain;
}

```

Figura 51 – Método para calcular o valor da variável “painPeriodTime”

Como apresentado na figura 51, para calcular o valor de “painPeriodTime” utilizou-se a classe fhirService, previamente apresentada, para obter os dados dos pacientes necessários. Neste caso obteve-se as *Conditions* dos pacientes no presente dia. Após isto verificou-se se alguma dessas *Conditions* ainda estava ativa. Se a *Condition* ainda estiver ativa, calcula-se a duração desse período de dor subtraindo a data inicial à final. O período é retornado em segundos.

De seguida, para a regra “Se a dor for na localização X, recomendar Y”, implementou-se um método para calcular o valor da localização da dor. Denominou-se a localização da dor como “painLocation”. Para calcular esta variável implementou-se o seguinte método na classe VariableCalculatorService:

```
public String currentPainLocation(String patientId) {
    List<Condition> conditions = fhirService.getPainPeriodsConditionsOfToday(patientId);
    String location = "";
    for (Condition condition : conditions) {
        final Date now = Date.from(LocalDateTime.now().toInstant(ZoneOffset.UTC));
        if(condition.getOnsetPeriod().getEnd().compareTo(now) == 0) {
            for(CodeableConcept cc : condition.getBodySite()) {
                location = cc.getText();
            }
        }
    }
    return location;
}
```

Figura 52 – Método para calcular o valor da variável “painLocation”

Como apresentado na figura 52, para calcular o valor da variável “painLocation”, o método utiliza o fhirService para obter as *Conditions* do dia, verifica se existe alguma dor ativa e, se existir, retorna a propriedade “location” da *Condition*, propriedade esta que possui a localização da dor.

Quanto à regra “Se um paciente tiver andado menos que X metros, às Y horas, recomendar Z”, implementou-se um método para calcular o valor que o paciente andou até ao instante. Denominou-se o valor que o paciente andou até ao momento como a variável “walkingTime”. Para calcular o valor de “walkingTime” implementou-se o seguinte método na classe VariableCalculatorService:

```
public int currentWalkingTimeToday(String patientId) {
    List<Observation> observations = fhirService.getClaudicationSpeedObservationsOfToday(patientId);

    int secondsMoving = 0;
    for (Observation observation : observations) {
        if (observation.getValueQuantity().getValue().doubleValue() > 0) {
            secondsMoving++;
        }
    }

    return secondsMoving;
}
```

Figura 53 – Método para calcular o valor da variável “walkingTime”

Como apresentado na figura 53, para calcular o valor da variável “walkingTime”, o método utiliza o fhirService para obter as *Observations* do dia. Através das *Observations* soma-se todas as instâncias em que o paciente esteve em movimento. Esta soma irá representar o período em que o paciente esteve em movimento naquele dia, em segundos.

Quanto à regra “Se um paciente permanecer em repouso de forma contínua por X min, recomendar Y”, implementou-se um método para calcular à quanto tempo o paciente se encontra em repouso contínuo. Denominou-se este valor como a variável “restTime”. Para calcular o valor de “restTime” implementou-se o seguinte método na classe VariableCalculatorService:

```
public int currentRestTime(String patientId) {
    List<Observation> observations = fhirService.getClaudicationSpeedObservationsOfToday(patientId);
    int secondsInRest = 0;
    for(int i = observations.size() - 1; i >= 0; i--) {
        if (observations.get(i).getValueQuantity().getValue().doubleValue() <= 0) {
            secondsInRest++;
        } else {
            return secondsInRest;
        }
    }
    return secondsInRest;
}
```

Figura 54 – Método para calcular o valor da variável “restTime”

Como apresentado na figura 54, para calcular o valor da variável “walkingTime”, o método utiliza o fhirService para obter as *Observations* do dia. Através das *Observations* soma-se todas as instâncias em que o paciente não esteve em movimento de forma contínua, iniciando a contagem do instante atual, de forma decrescente. Esta soma irá representar à quanto tempo o paciente se encontra em repouso.

Quanto à regra “Se um paciente estiver em repouso com os bpm superiores a X, recomendar Y”, implementou-se um método para calcular os bpm do paciente em repouso. Denominou-se este valor como a variável “bpmResting”. Para calcular o valor de “bpmResting” implementou-se o seguinte método na classe VariableCalculatorService:

```
public int currentBpmResting(String patientId) {
    List<Observation> distanceObservations = fhirService.getClaudicationSpeedObservationsOfToday(patientId);
    List<Observation> bpmObservations = fhirService.getBpmOfToday(patientId);
    final int distanceCounter = distanceObservations.size() > 120 ? 120 : distanceObservations.size(); //120 represents 2 min resting
    int bpmResting = 0;
    for(int i = distanceCounter - 1; i >= 0; i--) {
        if (distanceObservations.get(i).getValueQuantity().getValue().doubleValue() > 0) {
            return bpmResting;
        }
    }
    final int bpmCounter = bpmObservations.size() > 120 ? 120 : bpmObservations.size();
    for(int i = bpmCounter - 1; i >= 0; i--) {
        bpmResting = bpmResting + bpmObservations.get(i).getValueQuantity().getValue().intValue();
    }
    bpmResting = bpmResting / bpmCounter;
    return bpmResting;
}
```

Figura 55 - Método para calcular o valor da variável “bpmResting”

Por fim, como apresentado na figura 55, para calcular o valor da variável “bpmResting”, o método utiliza o `fhirService` para obter as *Observations* do dia. Através das *Observations* verificou-se se o paciente estava em repouso. Se sim, o método calcula a média dos batimentos cardíacos nos últimos 2 minutos e retorna esse valor.

Após os valores das variáveis serem calculados e persistidos como uma instância de `PatientInfo`, utiliza-se o pacote `drools` (*Build, Deploy, Utilize and Run :: Drools Documentation*, n.d.) para criar regras estáticas a se executarem a partir das *Goals* definidas pelo profissional de saúde. Após as regras estáticas estarem criadas, utilizam-se os valores das variáveis calculadas previamente de forma a validar se a regra foi atingida ou não. Quando a regra for atingida, o sistema irá gerar uma recomendação personalizada e persistir a mesma como uma *Communication* no serviço FHIR, ficando esta disponível para ser consumida pela aplicação mobile do paciente.

Com este desenvolvimento na Coaching framework, os casos de uso UC3, UC4, UC5 e UC6, que foram definidos previamente, são considerados como concluídos. O caso de uso UC3 foi atingido com a capacidade de a solução gerar as recomendações personalizadas para os pacientes. Por sua vez, o caso de uso UC4 foi atingido com a capacidade de a solução persistir as recomendações geradas no serviço FHIR, de forma que as mesmas sejam consumidas pela aplicação mobile do paciente. Por fim, quanto aos casos de uso UC5 e UC6, não se trabalhou diretamente com a receção de feedback dos pacientes, mas a solução está totalmente capacitada para receber qualquer informação que esteja persistida no serviço FHIR, seja esta informação dos dados vitais dos pacientes ou o feedback dos mesmos, atingindo assim estes dois casos de uso.

6.2.3 Aplicação web do profissional de saúde

Nesta aplicação, implementou-se a capacidade de os profissionais de saúde poderem criar e gerir as regras que foram definidas e apresentadas na secção Análise Exploratória, assim como atribuir as mesmas aos seus pacientes.

Para isso, na aplicação web, adicionou-se uma nova opção no menu lateral da aplicação denominada por “*Coaching Plans*”:

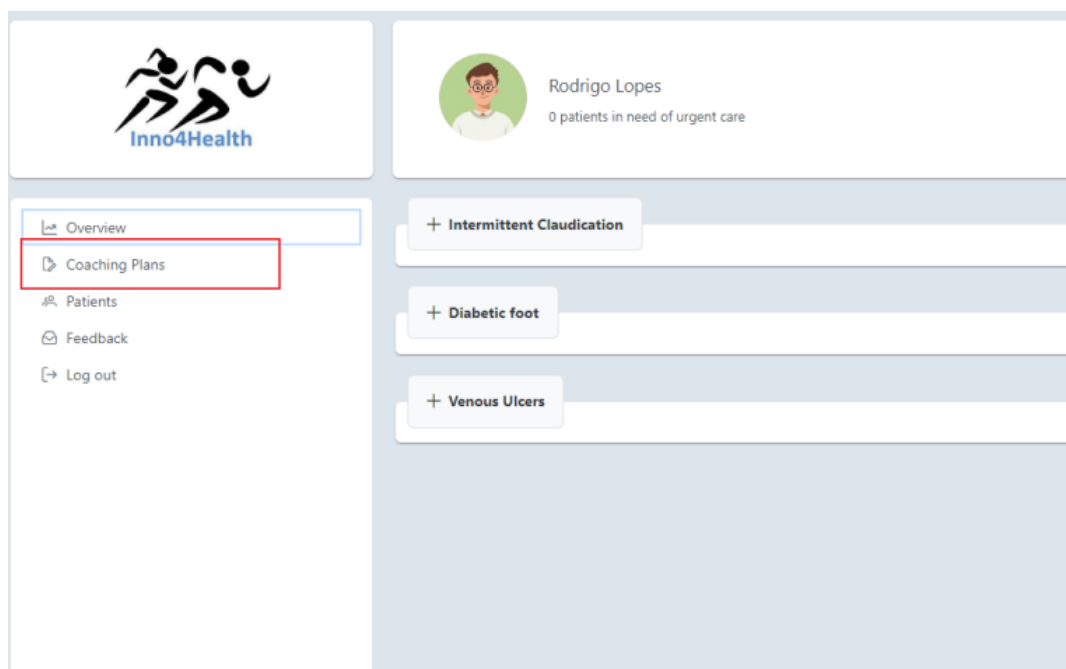


Figura 56 – Página inicial da aplicação web do profissional de saúde após *login*

Após isto, quando se clica nesta nova opção, é apresentada uma página com a lista dos pacientes aos cuidados do profissional de saúde autenticado, assim como os *Coaching Plans* associados aos mesmos. Esta página é apresentada na seguinte figura:

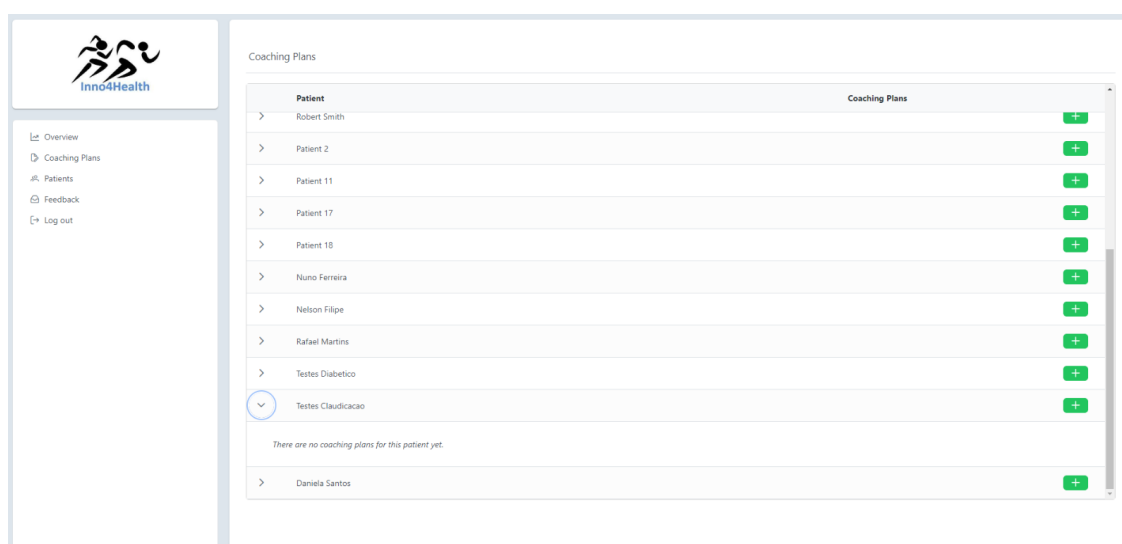
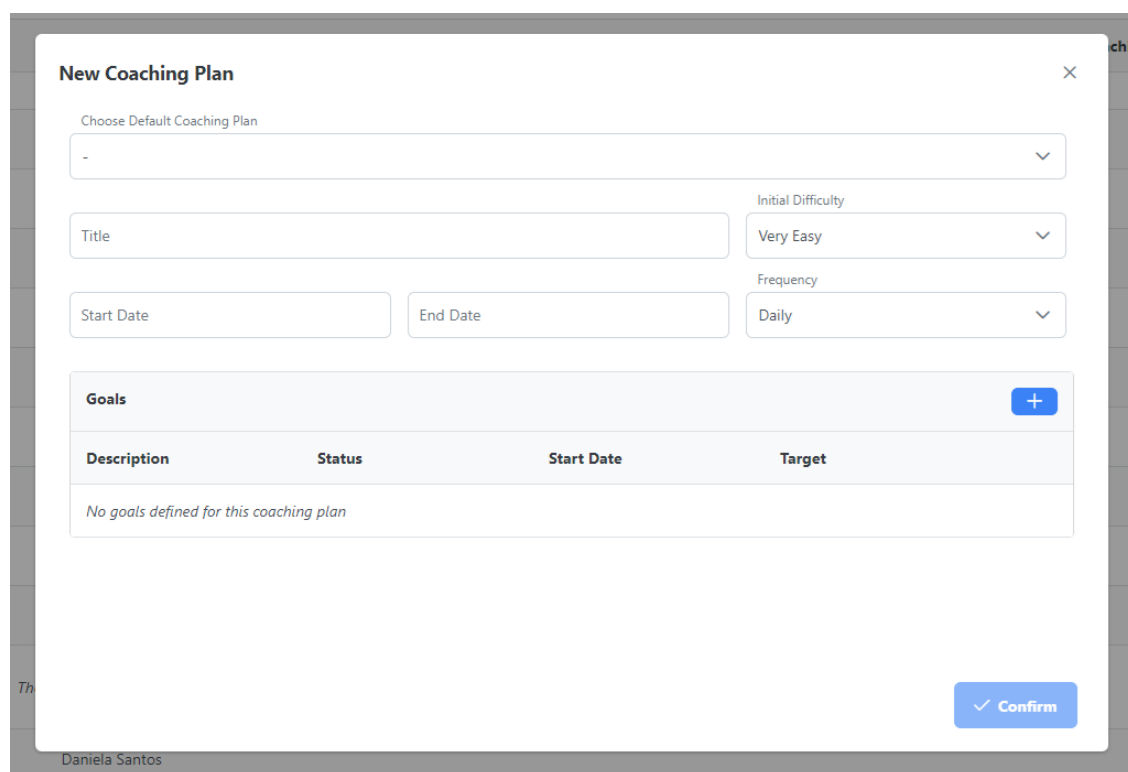


Figura 57 – *Coaching Plans* página

Como é possível verificar na figura 57, a página de *Coaching plans* apresenta uma listagem dos pacientes com a possibilidade de se adicionar um novo *Coaching plan*, clicando no botão verde

“+”. Clicando nesse botão, uma modal é apresentada ao utilizador permitindo criar um *Coaching plan* para o paciente em questão, como apresentado na seguinte figura:



The image shows a 'New Coaching Plan' modal window. It includes a dropdown for 'Choose Default Coaching Plan', input fields for 'Title', 'Start Date', and 'End Date', and dropdowns for 'Initial Difficulty' (set to 'Very Easy') and 'Frequency' (set to 'Daily'). Below these is a 'Goals' section with a table header (Description, Status, Start Date, Target) and a blue '+' button to add goals. A 'Confirm' button is at the bottom right.

Description	Status	Start Date	Target
No goals defined for this coaching plan			

Figura 58 – Modal de criação de um *Coaching plan*

Na figura 58, verifica-se que na modal de criação de um *Coaching plan*, pode-se especificar informações gerais do plano como o Nome, Nível de dificuldade, Datas de início e fim, Frequência e *Goals* (Regras). As *Goals* é a nomenclatura padrão para a representação de Regras em sistemas informáticos na área da saúde, de acordo com o padrão adotado FHIR.

Para adicionar uma *Goal* ao *Coaching plan*, é preciso clicar no botão azul “+” presente na modal. Clicando nesse botão, uma nova modal irá ser apresentada, permitindo definir uma nova *Goal* para o novo plano, como ilustrado na seguinte figura:

The image shows a 'New Coaching Plan' modal window. At the top, there's a dropdown for 'Choose Default Coaching Plan'. Below it are input fields for 'Title', 'Start Date', and 'End Date'. To the right, there are dropdowns for 'Initial Difficulty' (set to 'Very Easy') and 'Frequency' (set to 'Daily'). A 'Goals' section is visible with a '+' button. A 'New Goal' sub-modal is open, showing fields for 'Description', 'Disease' (set to 'Intermittent Claudication'), 'Variable to Track' (set to 'Walking Time'), 'Relation' (set to 'Less than (<)'), 'Value' (set to '0'), and 'Unit'. It also has input fields for 'Success Message', 'Fail Message', 'Praise Message', and 'Warning Message', and a dropdown for 'Stop checking goal' (set to 'Only at due date'). At the bottom of the sub-modal are 'Confirm' and 'Cancel' buttons.

Figura 59 – Modal de criação de uma *Goal*

Como é possível verificar na figura 59, para a criação de uma *Goal*, é preciso definir uma descrição (“*Description*”), a doença do paciente (“*Disease*”), a variável que a regra irá validar (“*Variable to Track*”), um valor de referência (“*Value*”), a relação entre a variável a validar e o valor de referência (“*Relation*”), a mensagem de sucesso caso a *Goal* seja atingida (“*Success Message*”), a mensagem de insucesso caso a *Goal* não seja atingida (“*Fail Message*”), assim como as mensagens de aviso (“*Warning*”) e motivação (“*Praise*”), dependendo do momento para parar de validar selecionado (“*Stop checking goal*”).

Preenchendo os dados do *Coaching plan* com pelo menos uma *Goal* associada, na listagem dos planos de mentoria, para o paciente que se adicionou o novo plano, irá aparecer o mesmo listado sob o paciente.

É importante realçar que estes planos de mentoria são persistidos num serviço de armazenamento de dados que foi denominado internamente como serviço “*FHIR*”.

The image shows a table with the following data:

Care Plan	Start Date	End Date	Goals
Cannot have high pressure for more than 30 minutes	2023-08-02	2023-09-01	1 0 0

Figura 60 – Coaching Plan associado a um paciente

Na figura 60, é possível verificar que, após a criação de um *Coaching plan*, o *Coaching plan* fica associado ao paciente e apresentado na página com a listagem de todos os pacientes aos cuidados do profissional de saúde autenticado.

Caso o profissional de saúde pretenda remover um *Coaching plan* já associado, o profissional de saúde só precisa de clicar no botão vermelho, presente em cada um dos planos de mentoria existentes no canto inferior direito.

Dessa forma, podemos confirmar que o caso de uso “UC1: O profissional de saúde tem de conseguir definir e gerir regras” foi implementado com sucesso.

Para além disso, na secção de cada *Coaching plan* é apresentado um conjunto de 3 cartões coloridos sob a coluna *Goals*. Estes cartões representam o estado e progresso das *Goals* daquele plano de mentoria. Como apresentado nas seguintes figuras:

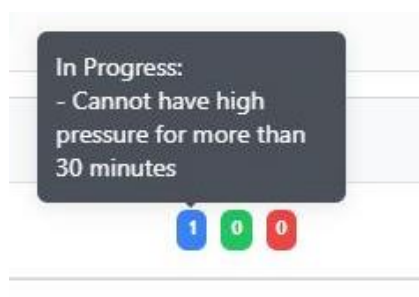


Figura 61 – Cartão de *Goals* em progresso

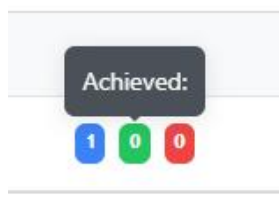


Figura 62 - Cartão de *Goals* atingidas

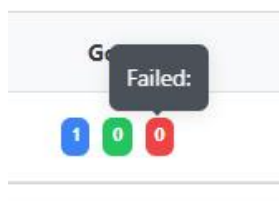


Figura 63 - Cartão de *Goals* falhadas

Desta forma, uma vez que a interface implementada permite acompanhar o progresso dos pacientes quanto às regras associadas, é possível concluir que o caso de uso “UC2: O profissional de saúde tem de conseguir acompanhar o estado e progresso dos seus pacientes” foi implementado com sucesso.

7 Experimentação e avaliação

Neste capítulo é apresentada a Hipótese de investigação definida, definidos os Indicadores e fontes de informação a serem avaliados, assim como apresentada a Metodologia de avaliação adotada.

7.1 Hipótese de investigação

Irá se desenvolver uma aplicação *web* e implementar-se um serviço Coaching Framework. A aplicação *web* irá ser utilizada pelos profissionais de saúde para definir e gerir regras, assim como acompanhar o estado e progresso dos pacientes. Por sua vez, a Coaching Framework irá utilizar as regras definidas pelo profissional de saúde na aplicação *web*, permitindo os pacientes receberem recomendações personalizadas, para melhor autogerir a sua doença e reduzir o número de idas aos hospitais.

7.2 Indicadores e fontes de informação

Neste projeto serão considerados dois indicadores: Usabilidade e Funcionalidade.

Relativamente à Usabilidade, pretende-se saber se a aplicação *web* é simples e intuitiva para o profissional de saúde utilizar.

Por sua vez, quanto à Funcionalidade, pretende-se analisar a aplicação *web* desenvolvida, possibilita o profissional de saúde definir as regras e acompanhar o progresso dos seus pacientes sem qualquer tipo de impedimentos, assim como analisar se a Coaching Framework desenvolvida gera recomendações corretas conforme as regras definidas.

7.3 Metodologia de avaliação

Primeiro, quanto ao indicador Funcionalidade, irá ser elaborado um questionário para perceber se a solução que foi desenvolvida resolveu o problema identificado ou se ficou algum requisito para ser tratado ou melhorado. Este questionário irá ser disponibilizado apenas a profissionais de saúde como Médicos e Enfermeiros. Através deste questionário também se irá avaliar o indicador de Usabilidade, mas o principal foco deste questionário é avaliar o indicador Funcionalidade.

Para além disto, quanto ao indicador de Usabilidade, irá se disponibilizar a aplicação para um grupo de utilizadores selecionados e obter feedback da aplicação, de forma a entender se a aplicação é intuitiva e se incorpora tudo aquilo necessário para uma utilização contínua da mesma. Este grupo de utilizadores não irá ser constituído por profissionais de saúde uma vez que o intuito desta avaliação é tentar avaliar o indicador Usabilidade de forma isolada do indicador Funcionalidade.

7.3.1 Avaliação por questionário

Nesta seção é apresentado o questionário que foi elaborado e disponibilizado a profissionais de saúde, assim como é apresentada uma análise dos resultados desse questionário.

7.3.1.1 Questionário

De forma a elaborar o questionário de avaliação, utilizou-se o Microsoft Forms (*Microsoft Forms / Inquéritos, Sondagens e Questionários*, n.d.). Utilizando esta plataforma, elaborou-se um questionário com as seguintes 6 perguntas, com as respetivas opções de resposta:

Considera a aplicação simples e intuitiva? *

☐ Sim

☐ Não

Figura 64 – Pergunta nº 1 do questionário de avaliação

Consideraria adotar a solução no seu trabalho? *

☐ Sim

☐ Não

Figura 65 - Pergunta nº 2 do questionário de avaliação

Se utilizasse a solução desenvolvida, no seu trabalho, acha que a sua produtividade iria aumentar? *

☐ Sim

☐ Não

Figura 66 - Pergunta nº 3 do questionário de avaliação

Se utilizasse a solução desenvolvida, no seu trabalho, acha que os seus pacientes iriam adquirir uma maior autonomia no gerenciamento das suas doenças? *

☐ Sim

☐ Não

Figura 67 - Pergunta nº 4 do questionário de avaliação

Tendo em conta o problema que a solução visa dar resposta, considera a solução desenvolvida 100% completa? *

☐ Sim

☐ Não

Figura 68 - Pergunta nº 5 do questionário de avaliação

Se respondeu "Não" na pergunta anterior, o que considera que falta na solução apresentada?

Enter your answer

Figura 69 - Pergunta nº 6 do questionário de avaliação

Este questionário encontra-se também presente no Anexo J, para uma melhor leitura do mesmo.

7.3.1.2 Resultados

Primeiro, antes de se proceder à disponibilização do questionário de forma a coletar respostas, a aplicação desenvolvida com a capacidade de gerir regras e, consequentemente, gerar recomendações personalizadas para os pacientes, foi apresentada a um grupo de 14 pessoas, sendo este grupo constituído, exclusivamente, por Médicos e enfermeiros. Após esta

apresentação, disponibilizou-se o questionário a todos os elementos do grupo de forma a coletar o feedback de cada um.

Para a primeira questão do questionário, obteve-se os seguintes resultados:

Considera a aplicação simples e intuitiva?

[More Details](#)

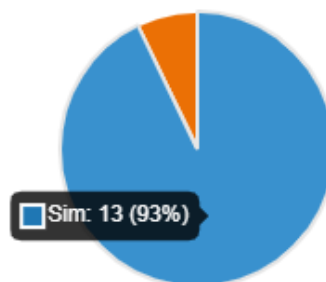


Figura 70 – Resultados da pergunta nº 1 do questionário de avaliação

Como é possível verificar na figura 70, com à exceção de um elemento do grupo, todos os restantes elementos, 93% do grupo, responderam que a aplicação tem uma interface simples e intuitiva, contribuindo para uma conclusão que quanto ao indicador Usabilidade a aplicação apresenta bons resultados.

Para a segunda questão do questionário, obteve-se os seguintes resultados:

Consideraria adotar a solução no seu trabalho?

[More Details](#)

Insights

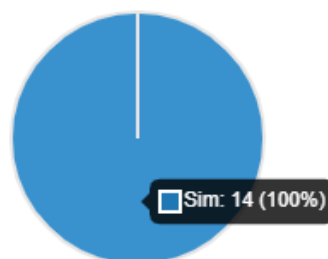


Figura 71 – Resultados da pergunta nº 2 do questionário de avaliação

Como é possível verificar na figura 71, 100% do grupo indicou que consideraria adotar a solução desenvolvida no seu trabalho, refletindo que existem vantagens bem claras na adoção e utilização da solução obtida na perspetiva dos profissionais de saúde.

Para a terceira questão do questionário, obteve-se os seguintes resultados:

Se utilizasse a solução desenvolvida, no seu trabalho, acha que a sua produtividade iria aumentar?

[More Details](#)

[Insights](#)

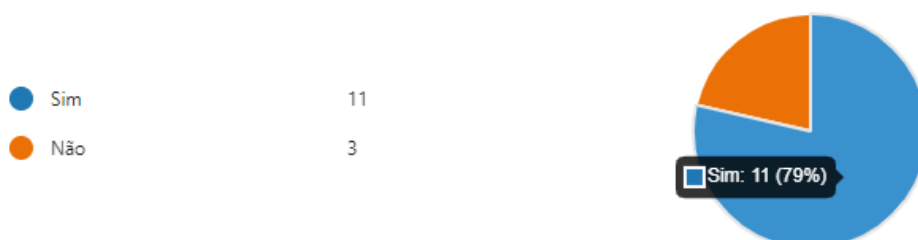


Figura 72 – Resultados da pergunta nº 3 do questionário de avaliação

Por sua vez, como é possível verificar na figura 72, a maioria do grupo, cerca de 79% dos elementos, indicou que com a adoção da solução desenvolvida deveria aumentar a produtividade no seu trabalho como um profissional de saúde.

Para a quarta questão do questionário, obteve-se os seguintes resultados:

Se utilizasse a solução desenvolvida, no seu trabalho, acha que os seus pacientes iriam adquirir uma maior autonomia no gerenciamento das suas doenças?

[More Details](#)

[Insights](#)



Figura 73 – Resultados da pergunta nº 4 do questionário de avaliação

Como é possível verificar na figura 73, 100% dos elementos do grupo indicou que com a adoção da solução desenvolvida os seus pacientes deveriam adquirir uma maior autonomia no gerenciamento das suas doenças.

Para a quinta questão do questionário, obteve-se os seguintes resultados:

Tendo em conta o problema que a solução visa dar resposta, considera a solução desenvolvida 100% completa?

[More Details](#)

 Insights

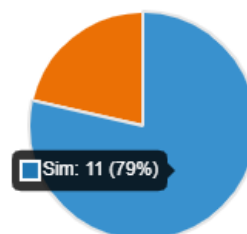


Figura 74 – Resultados da pergunta nº 5 do questionário de avaliação

Como é possível verificar na figura 74, a maioria do grupo, cerca de 79% dos elementos do grupo, considerou que a aplicação que lhes foi apresentada estava 100% desenvolvida.

Por fim, para a sexta questão do questionário, obteve-se os seguintes resultados:

Se respondeu "Não" na pergunta anterior, o que considera que falta na solução apresentada?

1 Responses

ID ↑	Name	Responses
1	anonymous	Falta uma app mais intuitiva para ajudar a minimizar o tempo na app e a dar mais tempo para os doentes

Figura 75 – Resultados da pergunta nº 6 do questionário de avaliação

Quanto aos resultados da última pergunta do questionário, como é possível verificar na figura 75, apenas 1 pessoa respondeu a indicar o que considera faltar na solução apresentada. Nessa resposta livre, o elemento do grupo indicou que a aplicação deveria ser mais intuitiva de forma que a utilização da mesma consuma menos tempo aos profissionais de saúde. Este feedback encontra-se em congruência com os resultados obtidos na primeira pergunta do questionário, onde 1 único elemento do grupo indicou que a aplicação não era simples e intuitiva. Uma vez que apenas 1 dos 14 elementos do grupo apresentou este feedback, pode-se considerar que a aplicação possui uma interface simples e intuitiva, para a maior parte do público-alvo e que a aplicação em si apresenta todas as funcionalidades necessárias para dar resposta aos problemas identificados.

7.3.2 Avaliação por disponibilização da aplicação a um grupo de utilizadores

Quanto a esta avaliação, como indicado no início deste capítulo, a aplicação foi disponibilizada a um grupo de utilizadores.

Este grupo foi constituído por 3 pessoas e, como o intuito desta avaliação era isolar o indicador Usabilidade do indicador Funcionalidade, foram selecionadas 3 pessoas que não trabalhassem na área da saúde. Dessa forma pode-se avaliar a interface da aplicação de uma forma não influenciada pela perspectiva única dos profissionais de saúde.

Cada utilizador interagiu com a aplicação web durante 30 minutos e no fim foi-lhe questionado se a aplicação era simples e intuitiva, assim como se identificaram pontos a melhorar.

Quanto aos resultados obtidos, todos os utilizadores responderam que a aplicação era simples e intuitiva e nenhum ponto a melhorar foi identificado.

7.3.3 Conclusões

Após a aplicação das duas metodologias de avaliação sobre os indicadores Usabilidade e Funcionalidade, é possível concluir que os resultados de ambas as avaliações indicam que a aplicação apresenta um bom desempenho quanto à sua usabilidade, disponibilizando uma interface simples e intuitiva para o utilizador utilizar por longos períodos de tempo, assim como a sua funcionalidade, disponibilizando todas as funcionalidades necessárias para que o profissional de saúde defina e gerencie regras, associe as mesmas aos seus pacientes e acompanhe o estado e progresso das mesmas.

8 Conclusão

Nesta secção são apresentados os objetivos atingidos face aos que se tinham estabelecidos inicialmente, assim como definido o trabalho futuro a se realizar para melhorar a qualidade da solução desenvolvida.

8.1 Objetivos

No primeiro capítulo do presente documento, foram definidos 4 objetivos a se atingir com o desenvolvimento da solução. Na tabela 13, é possível visualizar os objetivos que foram definidos inicialmente, assim como o estado de conclusão dos mesmos.

Tabela 13 – Estado de conclusão dos objetivos definidos

Objetivo	Estado
Monitorizar pacientes remotamente	Concluído
Melhorar as capacidades de os pacientes gerirem as suas doenças	Concluído
Fornecer tratamento personalizado remotamente	Concluído
Promover maior eficácia no trabalho dos profissionais de saúde	Concluído

Como é possível verificar na tabela 13, todos os objetivos foram atingidos com sucesso.

Quanto ao primeiro objetivo, “Monitorizar pacientes remotamente”, é possível verificar a conclusão do mesmo na secção 6.2.3, do capítulo de desenvolvimento, onde se implementou uma interface em que é possível visualizar os *Coaching Plans* associados a cada paciente (figura 50 e 53), assim como é possível visualizar o estado e progresso dos seus pacientes para cada *Goal* presente num *Coaching Plan* (figura 61, 62 e 63).

De seguida, quanto ao segundo objetivo, “Melhorar as capacidades de os pacientes gerirem as suas doenças”, é possível validar a conclusão do mesmo na secção 7.3.1.2, do capítulo Experimentação e avaliação, onde 100% do grupo de 14 profissionais de saúde, que respondeu ao questionário de avaliação, indicou que, na sua opinião profissional, com a adoção da solução desenvolvida, os seus pacientes iriam adquirir uma maior autonomia no gerenciamento da sua doença.

Por sua vez, quanto ao terceiro objetivo, “Fornecer tratamento personalizado remotamente”, é possível verificar a sua conclusão na secção 6.2.2, do capítulo de desenvolvimento, onde se apresentou toda a implementação para a solução gerar e comunicar recomendações personalizadas de acordo como o que foi definido pelo profissional de saúde nos *Coaching Plans*, recomendações estas que são apresentadas aos pacientes na aplicação *mobile*.

Por fim, quanto ao quarto objetivo, “Promover maior eficácia no trabalho dos profissionais de saúde, é possível validar a conclusão do mesmo na secção 7.3.1.2, do capítulo Experimentação e avaliação, onde cerca de 79% do grupo de 14 profissionais de saúde, indicou que, na sua opinião profissional, com a adoção da solução desenvolvida, a sua eficácia no seu trabalho iria aumentar.

8.2 Trabalho futuro

Como apresentado na secção anterior, todos os objetivos definidos inicialmente foram atingidos com sucesso. No entanto, apesar de se ter obtido resultados bastante positivos, foram identificados 2 pontos a serem trabalhados no futuro, de forma a melhorar a solução obtida.

A primeira melhoria foi identificada devido ao facto de que as regras, ou *Goals*, são executadas de 5 em 5 minutos. Com esta implementação não é possível gerar recomendações em *real-time*, as mesmas irão sempre ter um *delay* de até 5 minutos. Esta implementação foi imposta devido ao alto consumo que enviar os dados em real-time, da aplicação *mobile* do utilizador para o serviço FHIR, impunha na bateria dos smartphones dos pacientes. No entanto, seria vantajoso, tentar ultrapassar essa barreira e obter recomendações com reatividade em *real-time*.

Por fim, como trabalho futuro, é também necessário implementar o cálculo de novas variáveis que os profissionais de saúde possam querer utilizar no momento de construção dos *Coaching Plans*. Isto é um trabalho que irá ocorrer de forma iterativa, de acordo com as necessidades que os profissionais de saúde identificarem.

8.3 Conclusões finais

Concluindo, é possível verificar que o balanço do presente trabalho foi bastante positivo considerando que todos os objetivos que foram definidos inicialmente foram atingidos com sucesso. Para além disso, o feedback obtido e documentado, no capítulo de Experimentação e avaliação, indica que a solução desenvolvida é atraente para os profissionais de saúde, uma vez que estes obtêm uma maior eficácia no trabalho, assim como para os pacientes, uma vez que estes desenvolvem uma maior capacidade de gerir a sua doença, refletindo-se em um menor número de idas a instalações médicas e, consequentemente, uma melhor qualidade de vida.

Referências

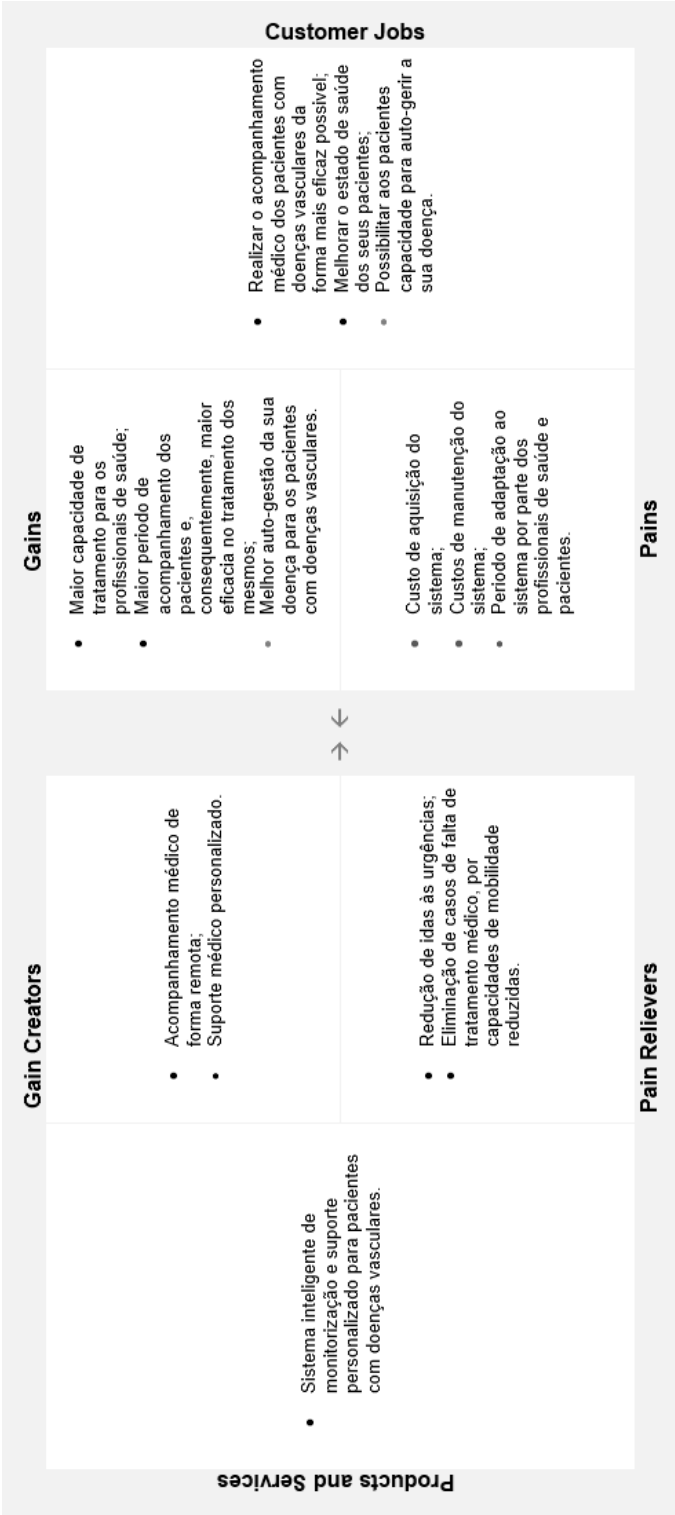
- About DHIS2 - DHIS2*. (n.d.). Retrieved February 18, 2023, from <https://dhis2.org/about/>
- About Inno4Health. - Inno4Health*. (n.d.). Retrieved February 11, 2023, from <https://inno4health.eu/about-inno4health/>
- Agnar, A., & Plaza, E. (1994). Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches. *AI Communications*, 7(1), 39–59. <https://doi.org/10.3233/AIC-1994-7104>
- Alnosayan, N., Lee, E., Alluhaidan, A., Chatterjee, S., Houston-Feenstra, L., Kagoda, M., & Dysinger, W. (2014). MyHeart: An intelligent mhealth home monitoring system supporting heart failure self-care. *2014 IEEE 16th International Conference on E-Health Networking, Applications and Services, Healthcom 2014*, 311–316. <https://doi.org/10.1109/HEALTHCOM.2014.7001860>
- API Cloud Healthcare | Google Cloud*. (n.d.). Retrieved February 17, 2023, from <https://cloud.google.com/healthcare-api?hl=pt-br>
- Azumio. (n.d.). *Instant Heart Rate*. Retrieved December 20, 2022, from <https://www.azumio.com/apps/instant-heart-rate/overview>
- Buchanan, B. G., & Duda, R. O. (1983). Principles of Rule-Based Expert Systems. *Advances in Computers*, 22(C), 163–216. [https://doi.org/10.1016/S0065-2458\(08\)60129-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2458(08)60129-1)
- Build, Deploy, Utilize and Run :: Drools Documentation*. (n.d.). Retrieved September 17, 2023, from https://docs.drools.org/8.38.0.Final/drools-docs/docs-website/drools/KIE/index.html#rule-unit-dsl_packaging-deploying
- Cardiovascular diseases (CVDs)*. (n.d.). Retrieved September 28, 2023, from [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
- Claudicação intermitente*. (n.d.). Retrieved February 25, 2023, from <https://www.cirurgia-vascular.pt/blog/clauidacao-intermitente-o-que-e-e-qual-o-tratamento-102/>
- Common Lisp*. (n.d.). Retrieved February 17, 2023, from <https://lisp-lang.org/>
- Condition - FHIR v5.0.0*. (n.d.). Retrieved September 17, 2023, from <https://www.hl7.org/fhir/condition.html>
- Crawford, M., & Benedetto, A. di. (2011). *New Products Management Tenth Edition*. www.mhhe.com
- CRUD | MDN*. (n.d.). Retrieved February 19, 2023, from <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Glossary/CRUD>

- Dart programming language | Dart.* (n.d.). Retrieved February 18, 2023, from <https://dart.dev/>
- Disciplina: DEI - Inovação e Empreendedorismo - 1º Semestre 2022/2023.* (n.d.). Retrieved February 15, 2023, from <https://moodle.isep.ipp.pt/course/view.php?id=3162>
- E-Coaching.* (n.d.). Retrieved February 25, 2023, from <https://ecoaching-associates.com/?lang=en>
- Faculdade de Medicina - Universidade do Porto.* (n.d.). Retrieved February 17, 2023, from <https://www.up.pt/portal/pt/fmup/>
- Gecad - Home.* (n.d.). Retrieved February 17, 2023, from <http://www.gecad.isep.ipp.pt/GECAD/Pages/Presentation/Home.aspx>
- Graf, A., & Maas, P. (2014). Customer value from a customer perspective – a comprehensive review. *Service Value Als Werttreiber*, 59–87. https://doi.org/10.1007/978-3-658-02140-5_3
- Grosan, C., & Abraham, A. (2011). Rule-Based Expert Systems. *Intelligent Systems Reference Library*, 17, 149–185. https://doi.org/10.1007/978-3-642-21004-4_7/COVER
- Heart Diseases & Treatment – Apps no Google Play.* (n.d.). Retrieved November 27, 2022, from https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lionasys.heartdisordersapp&hl=pt_PT&gl=US
- Introduction to Machine Learning, fourth edition - Ethem Alpaydin - Google Livros.* (n.d.). Retrieved February 15, 2023, from https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=tZnSDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR7&dq=Introduction+to+Machine+Learning+Ethem+Alpaydin&ots=F3YV9Z8pBe&sig=mzpsvEaqweswPBTPMgf-TRQqUng&redir_esc=y#v=onepage&q=Introduction%20to%20Machine%20Learning%20Ethem%20Alpaydin&f=false
- ITEA 4 · Project · 19008 INNO4HEALTH.* (n.d.). Retrieved February 25, 2023, from <https://itea4.org/project/inno4health.html>
- JavaScript | MDN.* (n.d.). Retrieved February 18, 2023, from <https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Web/JavaScript>
- Kamphorst, B. A. (2017). E-coaching systems: What they are, and what they aren't. *Personal and Ubiquitous Computing*, 21(4), 625–632. <https://doi.org/10.1007/S00779-017-1020-6>
- Leijdekkers, P., & Gay, V. (2006). Personal heart monitoring and rehabilitation system using smart phones. *International Conference on Mobile Business, ICMB 2006*. <https://doi.org/10.1109/ICMB.2006.39>

- Microsoft Forms | Inquéritos, Sondagens e Questionários.* (n.d.). Retrieved September 17, 2023, from <https://www.microsoft.com/pt-pt/microsoft-365/online-surveys-polls-quizzes>
- My Cardiac Coach by American Heart Association.* (n.d.). Retrieved November 27, 2022, from <https://appadvice.com/app/my-cardiac-coach/1114622069>
- myHeart: The heart disease app that empowers patients.* (n.d.). Retrieved November 27, 2022, from <https://mymhealth.com/myheart>
- Nicola, S. (n.d.). *ANÁLISE DE VALOR INESC-TEC.*
- O que é a Diabetes | Hospital Santa Maria – Porto.* (n.d.). Retrieved February 25, 2023, from <https://www.hsmporto.pt/dicas/o-que-e-a-diabetes/>
- O que é um diagrama UML? | Lucidchart.* (n.d.). Retrieved February 18, 2023, from <https://www.lucidchart.com/pages/pt/o-que-e-uml>
- Observation - FHIR v5.0.0.* (n.d.). Retrieved September 17, 2023, from <https://www.hl7.org/fhir/observation.html>
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2003). Modeling value propositions in e-business. *ACM International Conference Proceeding Series*, 50, 429–436. <https://doi.org/10.1145/948005.948061>
- Otto, C. M., Nishimura, R. A., Bonow, R. O., Carabello, B. A., Erwin, J. P., Gentile, F., Jneid, H., Krieger, E. v., Mack, M., McLeod, C., O’Gara, P. T., Rigolin, V. H., Sundt, T. M., Thompson, A., & Toly, C. (2021). 2020 ACC/AHA Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Journal of the American College of Cardiology*, 77(4), e25–e197. <https://doi.org/10.1016/J.JACC.2020.11.018>
- Overview - FHIR v4.3.0.* (n.d.). Retrieved February 17, 2023, from <https://hl7.org/fhir/overview.html>
- P2-Innovation Management and Business Idea Formulation.* (n.d.). Retrieved February 15, 2023, from www.strategyzer.com
- Pé diabético: o que é, sintomas e tratamento | CUF.* (n.d.). Retrieved February 25, 2023, from <https://www.cuf.pt/saude-a-z/pe-diabetico>
- Praveen, D., Patel, A., Raghu, A., Clifford, G. D., Maulik, P. K., Abdul, A. M., Mogulluru, K., Tarassenko, L., MacMahon, S., & Peiris, D. (2014). SMARTHealth India: Development and Field Evaluation of a Mobile Clinical Decision Support System for Cardiovascular Diseases in Rural India. *JMIR Mhealth Uhealth* 2014;2(4):E54 <https://Mhealth.Jmir.Org/2014/4/E54>, 2(4), e3568. <https://doi.org/10.2196/MHEALTH.3568>

- Quality Function Deployment Template – Continuous Improvement Toolkit*. (n.d.). Retrieved February 19, 2023, from <https://citoolkit.com/templates/quality-function-deployment-template/>
- SNS. (n.d.). *Doenças Cardiovasculares*. Retrieved February 10, 2023, from <https://www.sns.gov.pt/wp-content/uploads/2016/03/DoencasCardiovasculares.pdf>
- Souza, J., Vieira, A., Conceição, L., Martins, R., Rodrigues, D., Corrente, G., Xavier, W., Sampaio, S., Marreiros, G., & Freitas, A. (2023). A Remote Monitoring Platform for the Management of Lower Limb Vascular Diseases. *Studies in Health Technology and Informatics*, 302, 1013–1014. <https://doi.org/10.3233/SHTI230330>
- The PDMA ToolBook 1 for New Product Development - Google Livros*. (n.d.). Retrieved February 15, 2023, from https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=kqX5EvT2U8AC&oi=fnd&pg=PA5&dq=Koen+et+al.,+2002&ots=8Lpo69pUkg&sig=TXjvo9GBA_YSF_Obng0h1dzEFIM&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- TypeScript: JavaScript With Syntax For Types*. (n.d.). Retrieved February 18, 2023, from <https://www.typescriptlang.org/>
- Úlcera Venosa*. (n.d.).
- Vieira, A., Carneiro, J., Novais, P., Corchado, J., & Marreiros, G. (2023). A systematic review on recommendation systems applied to chronic diseases. *Intelligent Data Analysis*, 27(5), 1223–1265. <https://doi.org/10.3233/IDA-220394>
- Vieira, A., Conceição, L., Faria, L., Novais, P., & Marreiros, G. (2022). Implementation of a FHIR Specification for the Interoperability of a Remote Monitoring Platform of Patients with Vascular Diseases. *Communications in Computer and Information Science*, 1678 CCIS, 246–257. https://doi.org/10.1007/978-3-031-18697-4_20/COVER
- WHO - World Health Organization. (n.d.). *Cardiovascular diseases (CVDs)*. Retrieved February 12, 2023, from [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))
- Wiseware Solutions | Wiseware Solutions*. (n.d.). Retrieved February 25, 2023, from <https://wisewaresolutions.com/>

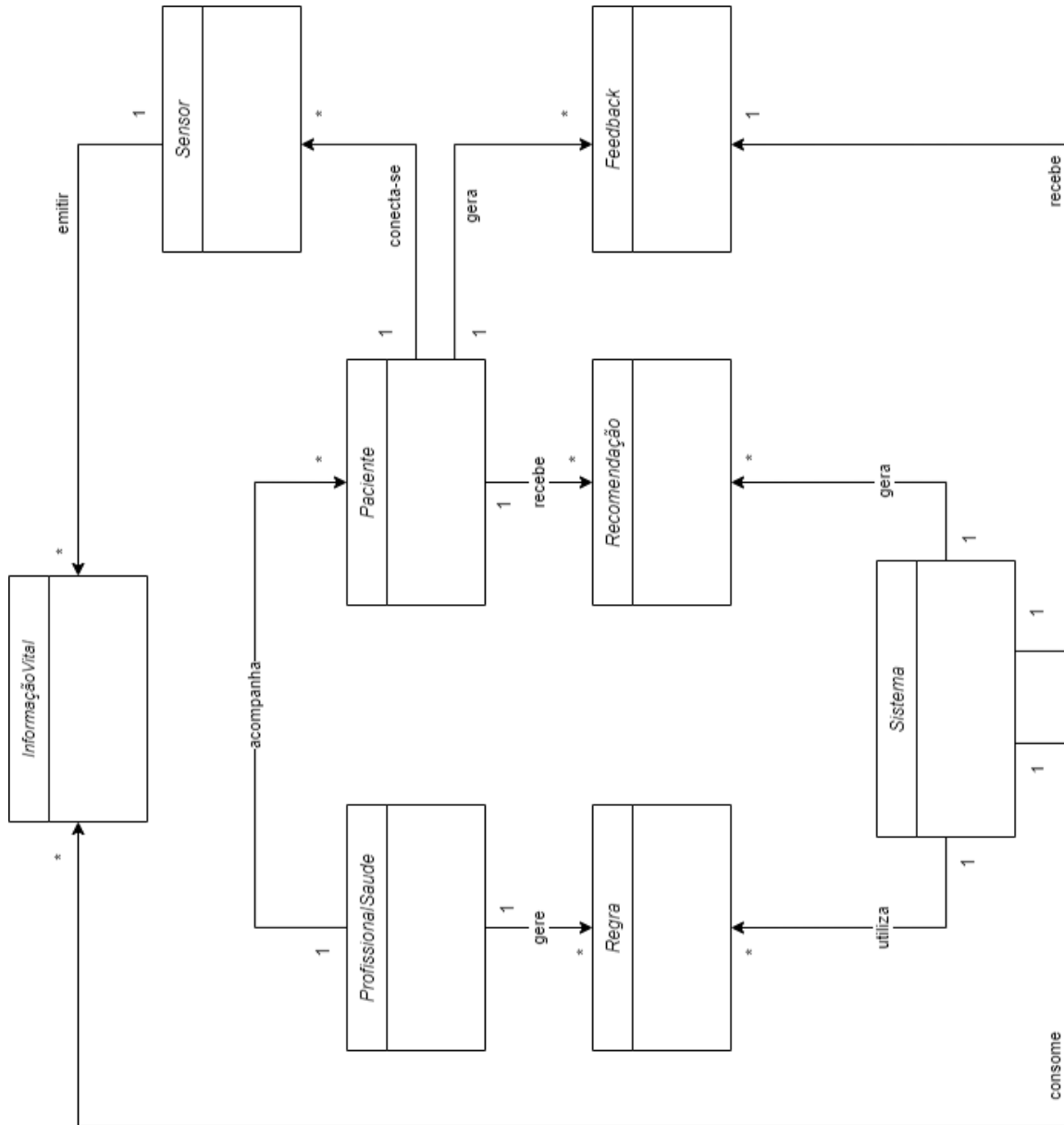
Anexo A - Proposta de valor usando o modelo de Osterwalder



Anexo B – Modelo de negócio

Parceiros chave - Hospitais; - Faculdades de medicina; - Empresas da área de saúde.	Atividades chave - Desenvolvimento do sistema; - Manutenção do sistema; - Formações de como utilizar o sistema.	Proposta de valor - Redução de pessoas nas urgências do hospital; - Melhoria no acompanhamento médico de pacientes com doenças vasculares; - Promoção de melhor auto-gestão de doenças vasculares, melhorando consequentemente a qualidade de vida dos pacientes.	Relação com os clientes Relação de profissionalismo, transparência e fiabilidade. Pretende-se que tanto os pacientes de doença vasculares como os profissionais de saúde responsáveis pelos pacientes, adiram à utilização do sistema inteligente	Segmentos de clientes - Hospitais - Pacientes
Estrutura de custos - Desenvolvimento do sistema; - Manutenção do sistema;	Recursos chave - Software; - Sensores;	Canais de distribuição - Campanhas de publicidade pelos diversos meios de comunicação; - Contacto direto com potenciais clientes.		
		Fontes de rendimento Comercialização do sistema desenvolvido.		

Anexo C – Modelo de domínio



Anexo D - Matriz HOQ preenchida

		Desired direction of improvement (↑,0,↓)	0	0	0	0	0
		Functional Requirements (How's)	Desenvolvimento de aplicação web para profissionais de saúde	Autenticação na aplicação web	Implementação do serviço Coaching Framework (Responsável por fornecer recomendações)	Interface da aplicação web simples e intuitiva	Dados padronizados
1: low, 5: high	Customer importance rating	Customer Requirements - (What's)					
		↓					Weighted Score
1	4	Monitorizar pacientes remotamente	9	1		1	44
2	3	Segurança dos dados dos pacientes		9			27
3	3	Melhorar capacidades dos pacientes gerirem as suas doenças			9		27
4	4	Maior eficácia no trabalho	1			9	76
5	5	Suporte personalizado	3		9		60
		Technical importance score	55	31	72	40	234
		Importance %	24%	13%	31%	17%	100%
		Priorities rank	2	5	1	3	4
		Target	Aplicação web	Sistema de autenticação	Serviço de geração de recomendações personalizadas com base em regras	UI/UX agradável para o utilizador	FHIR
		Difficulty	3	2	5	2	3
		Cost and time	4	2	5	3	3
		Priority to improve	2	4	1	5	3

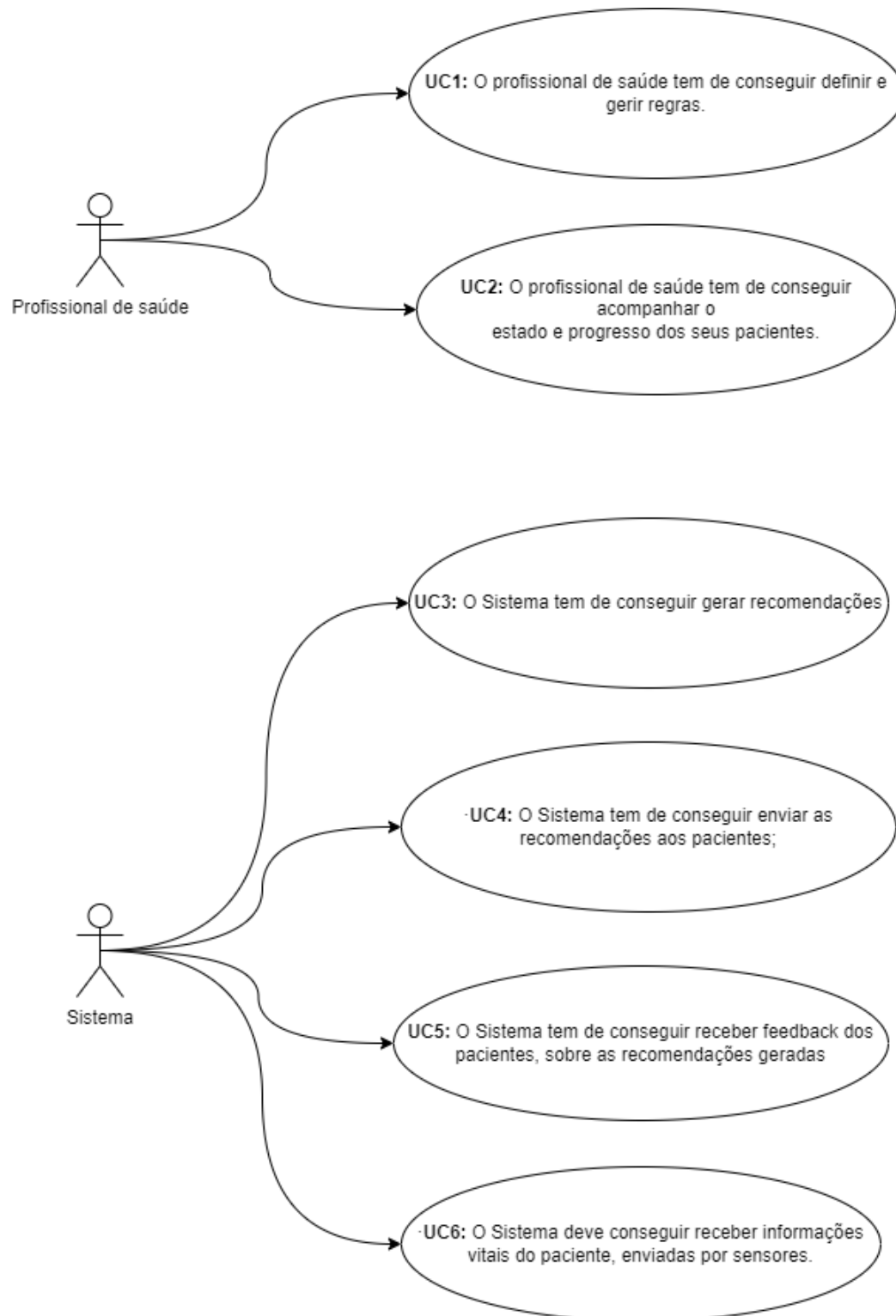
Correlation:

+	-	-
Positive	No correlation	Negative

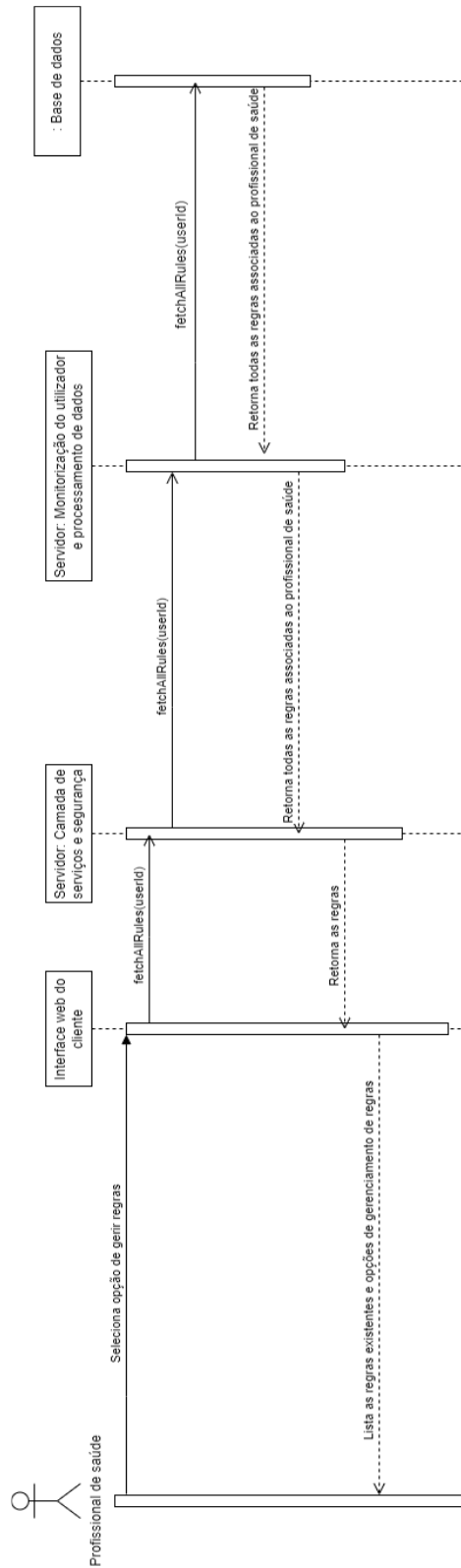
Relationships:

9	3	1	
Strong	Moderate	Weak	None

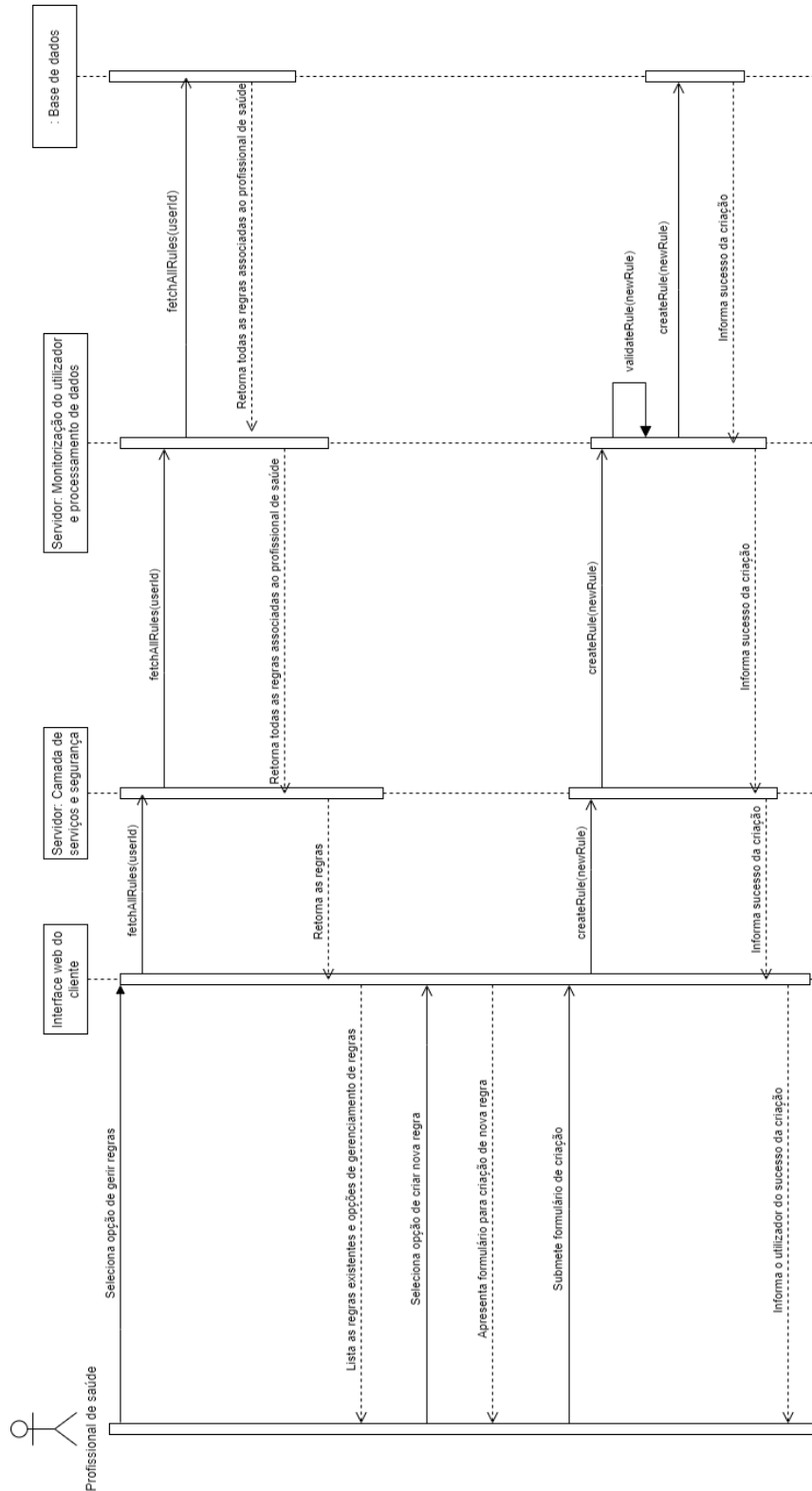
Anexo E – Diagrama de casos de uso



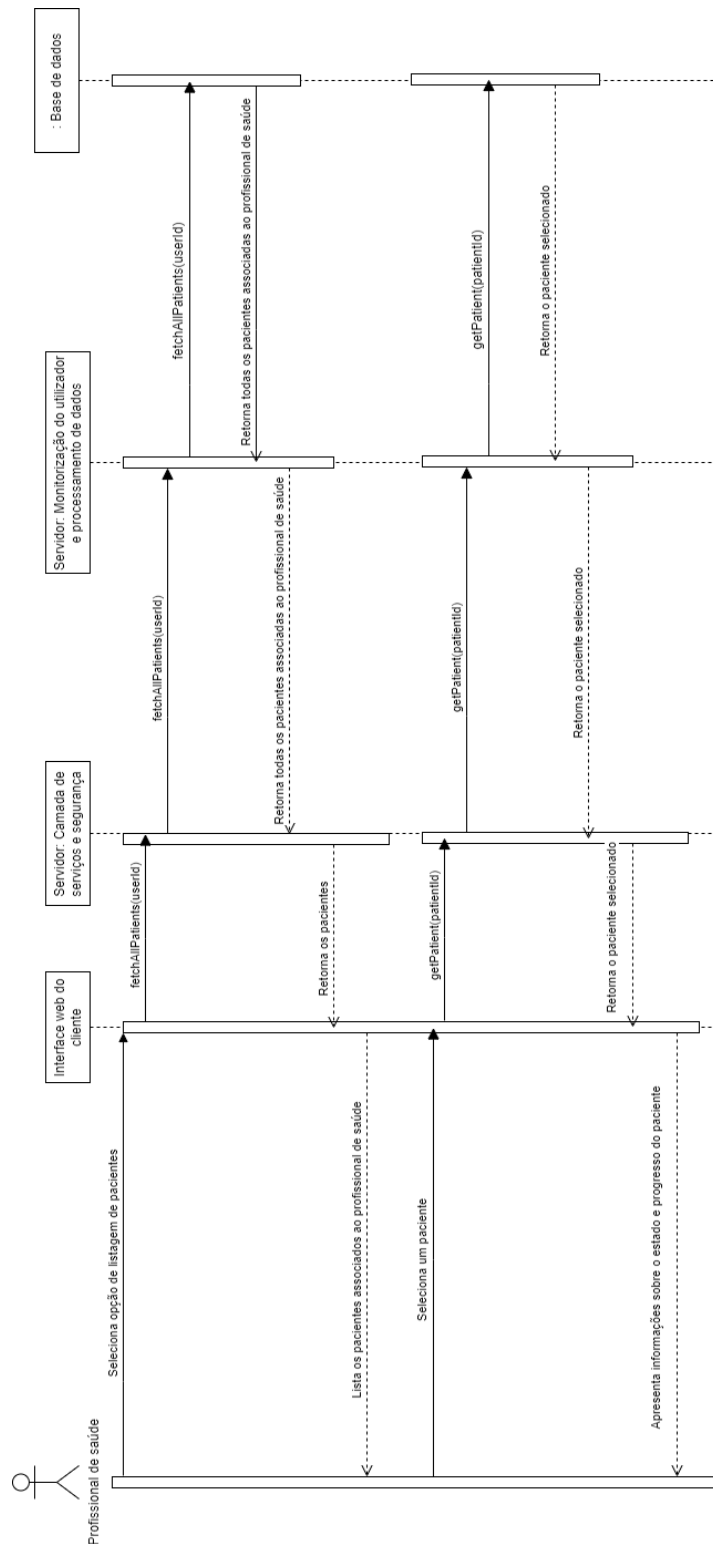
Anexo F – SD de visualização de regras



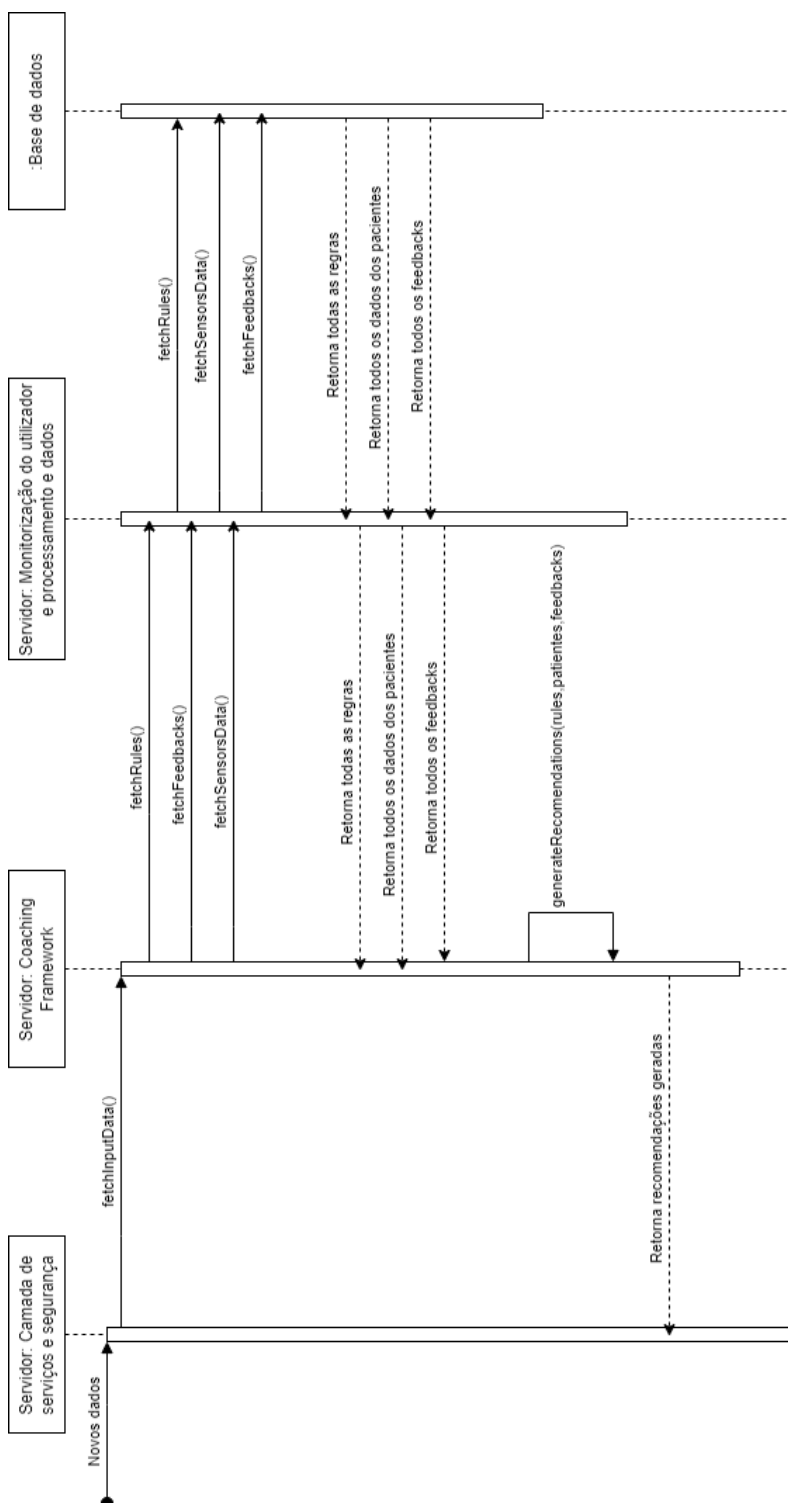
Anexo G – SD de criação de uma regra



Anexo H - SD de visualização de informações de um paciente



Anexo I – SD de geração de recomendações



Anexo J – Questionário de avaliação

Questionário - Indicador Funcionalidade

Questionário que visa avaliar o indicador de Funcionalidade da solução desenvolvida no âmbito de um projeto de tese do curso Engenharia Informática, no ramo de Engenharia de software.

Muito obrigado pela contribuição.

1. Considera a aplicação simples e intuitiva? *

☐ Sim

☐ Não

2. Consideraria adotar a solução no seu trabalho? *

☐ Sim

☐ Não

3. Se utilizasse a solução desenvolvida, no seu trabalho, acha que a sua produtividade iria aumentar? *

☐ Sim

☐ Não

4. Se utilizasse a solução desenvolvida, no seu trabalho, acha que os seus pacientes iriam adquirir uma maior autonomia no gerenciamento das suas doenças? *

☐ Sim

☐ Não

5. Tendo em conta o problema que a solução visa dar resposta, considera a solução desenvolvida 100% completa? *

☐ Sim

☐ Não

6. Se respondeu "Não" na pergunta anterior, o que considera que falta na solução apresentada?

Enter your answer