

**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

**eHealth - Análise de dados clínicos e indicadores de saúde**

Ana Alexandra Afonso Gonçalves

**eHealth - Análise de dados clínicos e  
indicadores de saúde**

Ana Gonçalves

UMinho | 2022

Outubro de 2022





Ana Alexandra Afonso Gonçalves  
(a84609)

## **eHealth - Análise de dados clínicos e indicadores de saúde**

Dissertação de Mestrado  
Mestrado integrado em Engenharia e Gestão de Sistemas de  
Informação

Trabalho efetuado sob a orientação de  
**Professor Doutor José Luís Mota Pereira**

## DIREITOS DE AUTOR

Este é um trabalho académico que pode ser utilizado por terceiros desde que respeitadas as regras e boas práticas internacionalmente aceites, no que concerne aos direitos de autor e direitos conexos.

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada.

Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.



**Atribuição-Compartilhalgal**

**CC BY-SA**

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

## **AGRADECIMENTOS**

Finalizada mais uma etapa na minha vida, não podia de deixar de agradecer à minha família pelo apoio incondicional e força, e ao meu namorado pelo seu companheirismo e paciência.

Com especial atenção, quero agradecer aos meus pais por tudo, pelos valores, carinho, compreensão, suporte e por sempre lutarem para dar o melhor às suas filhas e proporcionar-nos as melhores condições.

À minha irmã que à sua maneira também deu o seu contributo.

Aos colegas que conheci ao longo desta viagem, pelo espírito de interajuda e amizade, em particular às vizinhas, Adriana Teixeira e Cláudia Silva.

À equipa da Altice Labs, pelo apoio e atenção desde o primeiro dia, em particular à orientadora Telma Mota e mentor Bruno Medeiros, pelo suporte e conhecimentos transmitidos.

Ao meu orientador, Professor Doutor José Luís Mota Pereira, por me ter acompanhado ao longo desta jornada.

Finalizando, quero dedicar esta dissertação à minha avó Ana, pois foi por ela que escolhi este tema.

Obrigada!

## **DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE**

Declaro ter atuado com integridade na elaboração do presente trabalho académico e confirmo que não recorri à prática de plágio, nem a qualquer forma de utilização indevida ou falsificação de informações ou resultados em nenhuma das etapas conducente à sua elaboração.

Mais declaro que conheço e que respeitei o Código de Conduta Ética da Universidade do Minho.

# RESUMO

## **eHealth - Análise de dados clínicos e indicadores de saúde**

O chamado Registo Eletrónico de Saúde (ou EHR – *Eletronic Health Record*) surge com a necessidade de registar toda informação de saúde dos utentes. A existência de um repositório comum, ainda que fisicamente possa ser distribuído, pretende melhorar a qualidade e eficiência dos vários serviços prestados pelas organizações de saúde e proporcionar aos utentes os melhores cuidados. Todo o tipo de informação existente sobre o histórico de saúde dos pacientes deve estar sempre disponível e sempre que necessário ser partilhado entre os vários sistemas de informação das diversas organizações de saúde, através de padrões de interoperabilidade normalizados, sendo o mais conhecido, o padrão emergente *Fast Healthcare Interoperability Resources* (FHIR) da *Health Level Seven* (HL7) (HL7 FHIR, n.d.-e).

Partindo deste conceito base, esta dissertação enquadra inicialmente o EHR, destacando a sua importância, a relação com outros EHR e as dificuldades e limitações atuais. De seguida, apresenta-se uma revisão teórica sobre os conceitos subjacentes a uma melhor compreensão do projeto, tendo como base a norma HL7 FHIR e o estado atual do MHR/EHR (*Medical ou Eletronic Health Record*) da solução de telemonitorização da Altice Labs, denominada SmartAL (Altice Labs, n.d.).

O principal objetivo deste projeto é a revisão e reestruturação do modelo de dados do MHR/EHR do SmartAL de acordo com a norma HL7 FHIR, aumentando a sua eficiência e eficácia na coleta, organização e partilha de dados com outros sistemas de informação de saúde. O novo sistema deve também permitir desenvolver indicadores interessantes para os profissionais de saúde, de forma a melhorar o seu desempenho na prestação de cuidados de saúde aos utentes.

**Palavras chave:** EHR; FHIR; HL7; Interoperabilidade; Modelo de dados; MHR.

# ABSTRACT

## **eHealth - Clinical Data Analytics and Health Indicators**

The so-called Electronic Health Record (or EHR) arises from the need to record all health information of users. The existence of a common repository, although physically it may be distributed, aims to improve the quality and efficiency of the various services provided by health organizations and provide users with the best care. All kinds of existing information about patients' health history should always be available and, whenever necessary, shared among the various information systems of the various health organizations through standardized interoperability standards, the best known of which is the emerging Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR) standard from Health Level Seven (HL7) (HL7 FHIR, n.d.-e).

Building on this basic concept, this dissertation initially frames the EHR, highlighting its importance, relationship with other EHRs, and current difficulties and limitations. Next, a theoretical review of the underlying concepts is presented for a better understanding of the project, based on the HL7 FHIR standard and the current state of the MHR/EHR (Medical or Electronic Health Record) of the telemonitoring solution of Altice Labs, called SmartAL (Altice Labs, n.d.).

The main objective of this project is the revise and restructuring of the SmartAL MHR/EHR data model according to the HL7 FHIR standard, increasing its efficiency and effectiveness in collecting, organizing and sharing data with other health information systems. The new system should also allow the development of interesting indicators for health professionals, in order to improve their performance in the provision of health care to users.

**Keywords:** EHR; FHIR; HL7; Interoperability; Data Model; MHR.

## ÍNDICE

Direitos de autor .....	iv
Agradecimentos.....	v
Declaração de integridade .....	vi
Resumo.....	vii
Abstract.....	viii
Lista de abreviaturas/Siglas.....	xiii
Lista de figuras .....	xv
Lista de tabelas .....	xvi
1. Introdução .....	1
1.1 Contexto e motivação.....	1
1.2 Apresentação da empresa.....	2
1.3 Objetivos e resultados esperados .....	3
1.4 Abordagem Metodológica de Investigação .....	4
1.4.1 Estratégia de investigação .....	5
1.5 Estrutura do documento .....	6
2. Enquadramento .....	7
2.1 Importância de existir um EHR.....	7
2.2 Interação normalizada com outros EHR entre instituições.....	9
2.3 Dificuldades e limitações atuais .....	9
2.4 Questões de segurança e privacidade .....	11
2.5 Importância de obter indicadores para os profissionais de saúde .....	13
2.6 Contexto SmartAL.....	14
2.6.1 Funcionalidades .....	15
2.6.2 Benefícios .....	15

2.6.3	Interfaces e dispositivos.....	15
3.	Estado da Arte .....	17
3.1	EHR .....	17
3.2	Tipos de dados .....	18
3.3	HL7.....	22
3.3.1	HL7 FHIR.....	23
3.3.2	Diferenças entre o FHIR e o HL7 v2.....	25
3.4	MHR da solução SmartAL .....	26
3.4.1	Arquitetura do EHR.....	28
3.5	Modelo de dados .....	29
3.5.1	Modelo de dados atual .....	30
3.5.2	Proposta de um novo modelo de dados .....	31
3.6	Indicadores.....	32
4.	Requisitos do novo EHR .....	35
4.1	Casos de Uso .....	35
4.2	Requisitos Funcionais e não funcionais .....	48
4.2.1	Requisitos Funcionais.....	49
4.2.2	Requisitos Não Funcionais.....	49
4.3	Modelo de dados comum representativo dos requisitos .....	50
5.	Arquitetura do novo EHR.....	51
6.	Novo modelo de dados .....	55
6.1	Novo modelo de dados com base nos recursos FHIR .....	55
6.2	Recurso ' <i>Patient</i> ': representa a entidade 'paciente' .....	56
6.3	Recurso ' <i>AllergyIntolerance</i> ': representa as 'Alergias e Intolerâncias' .....	57
6.4	Recurso ' <i>Condition</i> ': representa as 'Doenças' .....	60

6.5	Recurso ' <i>Procedure</i> ': representa as 'Atividades Físicas' .....	61
6.6	Recurso ' <i>Observation</i> ': representa as 'medidas de saúde' .....	62
6.7	Recurso ' <i>Medication</i> ': representa a 'Medicação' .....	66
6.7.1	Recurso ' <i>MedicationRequest</i> ' .....	67
6.7.2	Recurso ' <i>MedicationAdministration</i> ' .....	68
6.7.3	Recurso ' <i>MedicationStatement</i> ' .....	68
7.	Conclusão .....	71
7.1	Limitações do trabalho realizado .....	72
7.2	Trabalho Futuro .....	72
	Bibliografia .....	74
	Anexo I - Modelo de dados atual do MHR .....	79
	Apêndice I – Novo Modelo de dados do MHR .....	80
	Apêndice II – Modelo de dados do microserviço das alergias e intolerâncias .....	80
	Apêndices III – Modelo de dados do microserviço das doenças .....	81
	Apêndices IV – Modelo de dados do microserviço da medicação .....	81



## LISTA DE ABREVIATURAS/SIGLAS

ACP	American College of Physicians
AI/ML	Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML)
AL	Assisted Living
ANSI	American National Standards Institute
API	Application Programming Interface
ATC	Anatomical Therapeutic Chemical
C-CDA	Consolidated Clinical Document Architecture
CDA	Clinical Document Architecture
CDM	Common Data Models
CET	Centro de Estudos e Telecomunicações
CHULC	Centro Hospitalar Universitário de Lisboa Central
DCI	Denominação Comum Internacional
DSRM	Design Science Research Methodology
EHR	Electronic Health Record
ETL	Extract, Transform, Load
FHIR	Fast Healthcare Interoperability Resources
HIE	Health Information Exchange
HITECH	Health Information Technology for Economic and Clinical Health
HL7	Health Level 7
I&D	Investigação e Desenvolvimento
ICD-10-CM/PCS	International Classification of Diseases, 10th Revision, Clinical Modification
ISO	International Organization for Standardization
MHR	Medical Health Record
NPL	Natural Language Processing
OAS	OpenAPI Specification
OHDSI	Observational Health Data Sciences and Informatics
OMOP	Observational Medical Outcomes Partnership
OSI	Open System Interconnection

PEM	Prescrição Eletrónica Médica
PHR	Personal Health Record
REST	Representational State Transfer
RGPD	Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados
RIM	Reference Information Model
RSE	Registo de Saúde Eletrónico
SIS	Sistema de Informação de Saúde
SmartAL	Smart Assisted Living
SOAP	Simple Object Access Protocol
SPMS	Serviços Partilhados do Ministério da Saúde
TI	Tecnologia da Informação
TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: DSRM for Information Systems (Retirado de Peffer et al., 2007).....	4
Figura 2: Ecossistema SmartAL .....	14
Figura 3: Exemplo dos recursos FHIR de um registo médico (Retirado de Saripalle et al., 2019) .....	24
Figura 4: Representação da comunicação entre o SmartAL, EHR e componente de cálculo estatístico e repositórios externos.....	28
Figura 5: Arquitetura simplificada do EHR.....	28
Figura 6: Modelo em camadas do EHR/MHR.....	51
Figura 7: Exemplo de uma especificação API no Swagger Editor.....	52
Figura 8: Relação entre os serviços da 2ª camada .....	53
Figura 9: Exemplo de uma estrutura dos elementos do recurso 'Observation' .....	56
Figura 10: Exemplo do registo de uma observação com apenas um valor.....	65
Figura 11: Exemplo do registo de uma observação com dois valores .....	65

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tipos de dados num EHR (Adaptado de Gliklich, R. E., et al., 2019).....	21
Tabela 2: HL7 vs HL7 FHIR (Adaptado de Bender, D., & Sartipi, K., 2013; HL7 FHIR, n.d.-c).....	25
Tabela 3: Caso de uso "Registo do utente" .....	35
Tabela 4: Caso de uso "Associar um limite ao utente" .....	36
Tabela 5: Caso de uso "Registo de uma alergia ou intolerância" .....	37
Tabela 6: Caso de uso "Consultar todas as alergias ou intolerância associadas ao utente" .....	38
Tabela 7: Caso de uso "Consultar detalhes de uma alergia ou intolerância pelo ID" .....	38
Tabela 8: Caso de uso "Registo de uma doença" .....	39
Tabela 9: Caso de uso "Consultar detalhes de uma doença pelo ID" .....	40
Tabela 10: Caso de uso "Consultar todas as doenças associado a um utente" .....	41
Tabela 11: Caso de uso "Registo de uma atividade física" .....	42
Tabela 12: Caso de uso "Consultar todas as atividades físicas registadas pelo paciente no último mês" .....	42
Tabela 13: Caso de uso "Registo de uma medida de saúde" .....	43
Tabela 14: Caso de uso "Consultar as últimas 10 medições da glicose na última semana" .....	44
Tabela 15: Caso de uso "Registo de uma medida com valores discrepantes (fora dos limites estabelecidos)" .....	45
Tabela 16: Caso de uso "Registo de uma prescrição" .....	46
Tabela 17: Caso de uso "Registo da toma de uma medicação" .....	47
Tabela 18: Caso de uso "Consultar todas as medicações tomadas hoje" .....	48
Tabela 19: Comparação entre o atual modelo de dados da SmartAL e o novo modelo de dados com base no recurso FHIR 'Patient' .....	57
Tabela 20: Comparação entre o atual modelo de dados da SmartAL e o novo modelo de dados com base no recurso FHIR 'AllergyIntolerance' .....	58
Tabela 21: Comparação entre o atual modelo de dados da SmartAL e o novo modelo de dados com base no recurso FHIR 'condition' .....	60
Tabela 22: Comparação entre o atual modelo de dados da SmartAL e o novo modelo de dados com base no recurso FHIR 'procedure' .....	61

Tabela 23: Comparação entre o atual modelo de dados da SmartAL e o novo modelo de dados com base no recurso FHIR 'observation' .....	63
Tabela 24: Atributos que representam o recurso FHIR media no projeto.....	64
Tabela 25: Atributos que representam o recurso medicationRequest no projeto.....	67
Tabela 26: Atributos que representam o recurso medicationAdministration no projeto .....	68
Tabela 27: Atributos que representam o recurso medicationStatement no projeto.....	69

# 1. INTRODUÇÃO

Este primeiro capítulo introdutório apresenta o contexto e motivação do projeto, uma breve apresentação da empresa, os objetivos e resultados esperados, a abordagem metodológica de investigação e a estratégia de investigação escolhida para esta dissertação, assim como a estrutura do documento.

## 1.1 Contexto e motivação

A área de *eHealth/Assisted Living* tem vindo a destacar-se cada vez mais pelo seu rápido crescimento, no intuito de melhorar a qualidade de vida de pessoas que necessitam de acompanhamento médico permanente, como doenças crónicas, ou de acompanhamento ocasional, como em casos de pós-operatório, hospitalização domiciliária e isolamento, entre outros.

De forma a garantir este acompanhamento com eficiência, surge a solução da Altice Labs SmartAL (<https://www.alticelabs.com/site/smartal/>), uma aplicação interativa onde é possível auxiliar o utente a gerir atividades do seu quotidiano, fazer a telemonitorização em tempo real de sinais vitais (e.g. peso, pressão arterial, glicose), assim como disponibilizar outras informações interessantes sobre a saúde e o bem-estar.

Dada a sensibilidade da informação recolhida, por razões de privacidade e de acordo com as normas vigentes, o histórico de saúde do utente é guardado digitalmente num repositório específico, chamado Registo Eletrónico de Saúde (RSE ou *Electronic Health Record* (EHR)). Os EHRs são registos em tempo real centrados no paciente que tornam as informações disponíveis de forma instantânea e segura para utilizadores autorizados. No entanto, para além do histórico médico e de tratamento dos pacientes, um sistema EHR pode incluir uma visão mais ampla do atendimento. Os EHRs são uma parte vital das tecnologias de informação (TI) de saúde e podem:

- Conter o histórico médico do paciente, diagnósticos, medicamentos, planos de tratamento, datas de imunização, alergias, imagens de radiologia e resultados de exames laboratoriais;
- Permitir o acesso a ferramentas baseadas em evidências que os profissionais podem usar para tomar decisões sobre o atendimento de um paciente;
- Automatizar e agilizar o fluxo de trabalho do profissional de saúde.

Para além disso, os EHRs são úteis para se poder partilhar informação com outros profissionais de saúde e organizações - como entre hospitais, laboratórios, instalações de imagens médicas, urgências, clínicas e eventualmente farmácias - para que disponham de todos os dados necessários à construção de uma visão mais holística do paciente e, por conseguinte, a uma maior eficiência no processo de tratamento. Para que tal aconteça, já existem normas de formatação e comunicação dos dados (e.g. HL7/FHIR) que devem ser seguidas entre os respetivos repositórios/instituições, mas que infelizmente ainda não são devido a vários fatores, entre eles a multiplicidade de sistemas e versões.

Para além da informação presente no sistema (EHR) fornecer um grande apoio na consulta, prevenção e controlo de doenças, pode também constituir uma base de conhecimento ainda mais interessante se esta for tratada e interpretada, isto é, pós-processada, sobretudo quando o volume de informação é elevado e torna a tarefa de correlação e diagnóstico humanamente difícil. Existem várias técnicas de tratamento de dados, que visam a análise, previsão e recomendação, como a análise estatística e de Inteligência Artificial/Machine Learning (AI/ML).

## **1.2 Apresentação da empresa**

A Altice Labs é uma empresa tecnológica de inovação do grupo Altice, fundada em 1950 (como Centro de Estudos e Telecomunicações (CET)) que tem como objetivo chegar aos seus clientes, através de serviços e produtos avançados de alta qualidade e diferenciadores, fatores que a destacam num mercado já de si altamente competitivo. Para tal, a empresa conta com um ecossistema de inovação forte e dinâmico, com foco na investigação, desenvolvimento e inovação de soluções e tecnologias em TIC (tecnologias da informação e comunicação), em 4 áreas de negócio: conectividade, sistemas de suporte às operações, controlo de rede e plataformas de serviços/aplicações (Altice Labs, n.d.).

Como parte da estratégia sustentada de liderança tecnológica, a empresa integra projetos de colaboração, em parceria com universidades, instituições de investigação & desenvolvimento (I&D), fornecedores e clientes, nas mais diversas áreas de I&D, como por exemplo: Inteligência Artificial & Machine Learning, tecnologias Cloud, Smart Living, segurança & privacidade, entre outras que a empresa acredita que irão fazer a diferença e criar valor no mercado (Altice Labs, n.d.).

### 1.3 Objetivos e resultados esperados

O objetivo principal do trabalho a desenvolver na dissertação é especificar em detalhe um registo eletrónico de saúde (EHR) de um sistema típico de telemonitorização clínica, tendo em conta não só a informação clínica, mas outra de carácter privado e complementar ao que seja necessário armazenar sobre o paciente (e.g. atividade física, hábitos alimentares). Para efetuar este trabalho é necessário por um lado investigar o que já existe relacionado com o EHR, como normas, protocolos, estrutura de dados, entre outros pontos. E por outro, tendo como referência o produto da Altice Labs SmartAL, é necessário fazer uma análise crítica sobre o que já existe, incluindo toda a informação já armazenada no MHR (*Medical Health Record* - EHR da solução SmartAL) relativa aos utentes.

Para além da estrutura interna do EHR, outro aspeto importante é a forma como se relacionam com outros EHRs, sobretudo com os das grandes instituições públicas e privadas, como os hospitais. É cada vez mais importante que o utente tenha acesso à sua informação clínica onde quer que vá, sem ter de repetir exames e procedimentos. Deste modo outro aspeto importante nesta dissertação é analisar normas, protocolos e APIs existentes que assegurem a intercomunicação entre EHRs (e.g. HL7, FHIR, API RSE).

Por último, pretende-se identificar indicadores interessantes para os profissionais de saúde, de forma a melhorar o seu desempenho na prestação de cuidados aos utentes. Será a partir dos dados armazenados no EHR, que se irá pensar em métricas úteis que possam ser calculadas, recorrendo sobretudo ao cálculo estatístico. Para isso, ir-se-ão propor alguns indicadores, mas também se tentará trabalhar com profissionais de saúde (no âmbito de um piloto com o CHULC - Centro Hospitalar Universitário de Lisboa Central, na área de acompanhamento de doentes pós-covid) para obter alguns requisitos reais sobre a forma de tratar parte dos dados.

De forma mais sistematizada os objetivos deste projeto são:

- a) Estudar e analisar EHRs, como devem ser construídos, que tipo de informação devem contemplar, como deve ser formada e que tipo de modelos de dados se devem aplicar;
- b) Estudar as normas HL7 e FHIR e APIs existentes (e.g. RSE) e analisar a estrutura de dados normalizada pelas últimas versões. Fazer uma análise comparativa do repositório vigente à luz das normas;
- c) A informação dos EHRs é fundamental para os profissionais de saúde perceberem o estado do utente, receitar terapêuticas e seguirem o doente na sua possível recuperação. No entanto, de forma complementar devem-se encontrar indicadores para os cuidadores, de modo a identificar

possíveis relações entre valores de diferentes medidas para poder antever problemas que possam vir a surgir e facilitar o processo de tomada de decisão;

d) Validação e relatório escrito de trabalho executado.

## 1.4 Abordagem Metodológica de Investigação

A dissertação seguirá uma metodologia de investigação enquadrada na área de sistemas de informação, a *Design Science Research Methodology (DSRM) for Information Systems*, desenvolvida por *Ken Peffers, Tuure Tuunanen, Marcus A. Rothenberger e Samir Chatterjee*. Esta metodologia auxilia na estruturação e apresentação de pesquisas *design science* em sistemas de informação (Peffer et al., 2007).

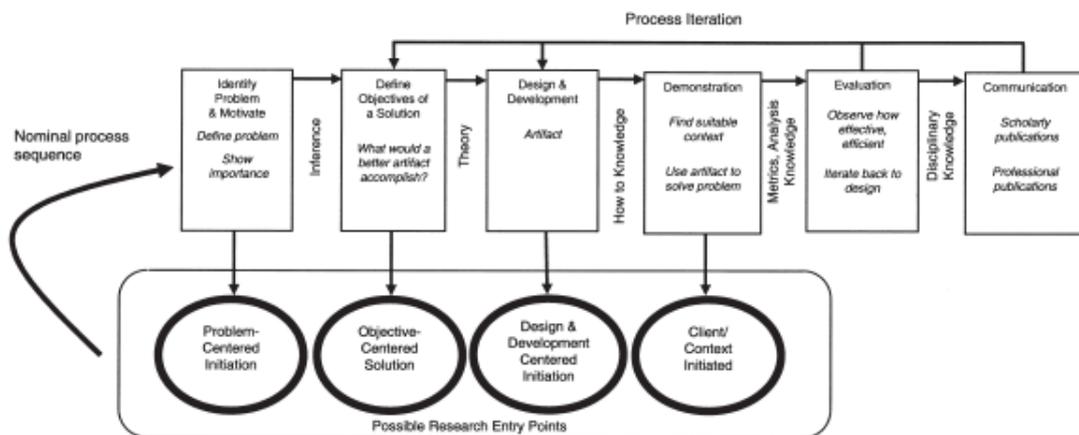


Figura 1: DSRM for Information Systems (Retirado de Peffer et al., 2007)

Tal como apresentado na Figura 1, o processo de investigação é composto por 6 etapas estruturadas numa ordem sequencial, mas o processo pode-se iniciar por qualquer uma das etapas, sendo estas:

- **Identificação do problema e motivação** - Etapa em que se define o problema específico de investigação, que servirá para desenvolver um artefacto que irá originar uma solução e se justifica o valor da solução. É fundamental o conhecimento sobre o estado do problema e a importância de descobrir uma solução.
- **Definição dos objetivos da solução** - Os objetivos podem ser quantitativos ou qualitativos e devem ser deduzidos de forma racional, segundo a especificação do problema, e, portanto, é importante já ter conhecimento do atual estado do problema e, se existirem, as soluções atuais e qual a sua eficácia.

- **Design e Desenvolvimento** - Etapa em que se desenham e se desenvolvem os artefactos, ou seja, constrói-se o artefacto, determinando as suas expectáveis funcionalidades e a sua arquitetura. Os artefactos podem ser métodos, modelos ou novas propriedades técnicas.
- **Demonstração** - É nesta etapa que se demonstra o uso do artefacto para resolver uma ou mais instâncias do problema, sendo preciso uma boa compreensão de como usar o artefacto. Para tal, a demonstração pode recorrer a simulações, experiências, aplicações de estudos de caso, entre outras formas.
- **Avaliação** - Etapa em que se observa e se mede se um artefacto suporta a solução do problema. Com a devida noção sobre métricas e técnicas de análise, esta etapa compara os objetivos da solução com os resultados reais obtidos na demonstração do uso do artefacto. No final, dependendo dos resultados, os investigadores podem optar por melhorar a eficácia do artefacto e retomar à etapa 'Design e Desenvolvimento' ou continuar para a etapa seguinte e deixar para um trabalho futuro as eventuais melhorias.
- **Comunicação** - Com os devidos conhecimentos, esta etapa comunica e divulga o problema e o seu valor, assim como os artefactos, a sua utilidade, rigor e eficácia aos investigadores e outros interessados, como o caso dos profissionais da área.

#### 1.4.1 Estratégia de investigação

Tendo em conta o tema da dissertação, o processo de investigação contemplará a definição de palavras-chaves como: *"EHR"*, *"sistemas de informação em saúde"*, *"interoperabilidade"*, *"privacidade dos dados"* e *"HL7 FHIR"*, de forma a adquirir os devidos conhecimentos na procura de informações sobre o tema em vários motores de pesquisas bibliográficas como o Google scholar, Web of science, b-on, Scopus, RepositoriUM e Google, na pesquisa de sites fidedignos. Em relação à organização das referências utilizadas ao longo da pesquisa bibliográfica, a ferramenta escolhida foi a *"mybib"*.

Uma vez que a dissertação, abrange muitos termos em inglês, teve-se em atenção na pesquisa, a procura de artigos em inglês e português, considerando como principais critérios de seleção, os mais citados, a ordem de relevância, com preferência sobre os artigos dos últimos 10 anos, pois apesar de ser um tema atual, já é alvo de investigação há alguns anos.

## **1.5 Estrutura do documento**

O presente documento encontra-se organizado em 7 capítulos. O primeiro capítulo corresponde à introdução, destacando-se o contexto e a motivação, os objetivos e resultados esperados da dissertação e uma breve apresentação da empresa. Além disso, apresenta também a abordagem metodológica de investigação e a estratégia de investigação utilizada na elaboração da dissertação, bem como a estrutura do documento.

O segundo capítulo apresenta um enquadramento global sobre temas importantes essenciais para a compreensão do presente projeto, tal como a importância de existirem EHRs, a necessidade de existir interoperabilidade entre eles nas diferentes instituições, as dificuldades e limitações atuais, algumas questões de segurança e privacidade, a importância de se obterem indicadores para os profissionais de saúde e mais detalhe sobre o contexto da Altice Labs, mais precisamente sobre a aplicação de telemonitorização SmartAL, apresentando as suas funcionalidades, benefícios e interfaces e dispositivos. O terceiro capítulo apresenta o estado da arte, no qual aborda temas importantes para o desenvolvimento deste projeto como o EHR, os tipos de dados que poderão estar presentes num EHR, as normas HL7 e HL7 FHIR e as suas diferenças. Além disso, é apresentado também neste capítulo o MHR da solução SmartAL e sua arquitetura, o modelo de dados (atual e uma proposta de um novo) e indicadores.

O quarto capítulo destaca os requisitos funcionais e não funcionais do novo EHR, os casos de uso que foram elaborados para dar auxílio na reformulação do novo modelo de dados e uma breve justificação de não se ter optado por seguir um modelo de dados comum para representar os atuais requisitos.

O quinto capítulo demonstra a arquitetura do novo EHR num modelo de 3 camadas, que correspondem à camada de apresentação, à camada da lógica de negócio e à camada dos serviços de dados.

O sexto capítulo tem como foco apresentar o novo modelo de dados com base nos recursos da norma HL7 FHIR, detalhando para cada um destes recursos os seus atributos e as principais diferenças comparativamente ao que existe no atual modelo de dados do SmartAL.

Por fim, o sétimo e último capítulo apresenta as principais conclusões retiradas sobre todo o trabalho desenvolvido, explicitando as principais dificuldades e limitações da dissertação e sugestões de possíveis pontos de melhoria a desenvolver num futuro trabalho.

## 2. ENQUADRAMENTO

Este capítulo apresenta um enquadramento necessário para uma melhor compreensão do presente projeto, nomeadamente sobre a importância de existir um EHR, a necessidade de existir interoperabilidade entre os EHR em diferentes instituições, as suas principais dificuldades e limitações atuais e questões de segurança e privacidade. Por fim, destaca-se a importância de se obter indicadores para os profissionais de saúde e um contexto sobre a solução de telemonitorização da Altice Labs.

### 2.1 Importância de existir um EHR

A área da saúde digital ou *eHealth* está em franca expansão, investindo-se só em 2018, por exemplo (segundo dados da Statista), 14,6 bilhões de dólares a nível global (1200% mais do que em 2010). Esta área inclui, entre outros, serviços de telemedicina, ou seja, um conjunto de serviços que podem e devem ser prestados à distância sempre que necessário e de comum acordo entre as partes, como a teleconsulta e a telemonitorização clínica. Em 2019, a telemedicina aumentou de 11% para 76% e agora, em plena pandemia, só em Portugal (segundo inquérito conduzido pelo Jornal Público em 28/4/2021) as teleconsultas passaram de 25% para 95%. Esta mudança de paradigma constituiu um alívio tremendo para os serviços de saúde e uma grande ajuda para quem se encontrava em casa, sem poder sair ou com sintomas menores que apesar de serem motivo de preocupação, não seriam suficientes para implicar deslocação às instituições de saúde (Iberdola, n.d.; Ahuja, A, 2020; Pequenino, 2021).

Como parte integrante do processo de transformação digital em curso, os registos eletrónicos de saúde (EHR) continuam a desempenhar um papel de máxima relevância. As tecnologias devem permitir dar acesso *seamless* à informação relevante do utente, onde quer que ele esteja, para que os cuidadores se possam focar no que é verdadeiramente importante, no seu cuidado e tratamento. Neste contexto, é de extrema importância, nos dias de hoje, desenvolver e implementar registos eletrónicos eficientes e transversais, nos diversos sistemas de saúde distribuídos por hospitais, farmácias e outras instituições. Inicialmente, pela falta de normas, tempo despendido e pelos custos que os sistemas acarretavam, os EHRs demoraram a ser reconhecidos como uma necessidade pelos profissionais de saúde. Em 2009, menos de 8% dos hospitais detinham EHRs. Nos últimos anos, os EHRs têm vindo ganhar relevância, a interligarem-se de forma mais ágil e normalizada, e inclusive, a serem implementados a nível centralizado e nacional em alguns países, através de iniciativas lançadas por vários governos. Os EUA são os que mais se destacam por em 2009, terem estabelecido programas de incentivos para promover o uso de

EHR, através da lei HITECH (*Health Information Technology for Economic and Clinical Health*). O programa mais conhecido chamado '*Meaningful Use*' resultou na implementação de tecnologias EHR por 80% dos hospitais elegíveis e por mais de metade dos profissionais de saúde (dados de 2013). Outras iniciativas como a '*National Plan For It*', permitiu que 96% da população de Inglaterra ficasse coberta por um sistema de EHR. Na Alemanha, 90% de profissionais de saúde em sistemas privados utilizam tecnologia EHR, numa iniciativa marcada especialmente pela atenção à privacidade dos pacientes. A Nova Zelândia é outro exemplo de um país com 97% de adoção de sistemas EHR, destacando-se o seu sistema distribuído que pode ser acedido por qualquer instituição de saúde no país (Azeredo, R. T., 2019; Tomásio, S. E. J., 2019; Seymour, T. et al., 2012).

O registo eletrónico de saúde está disponível em Portugal desde 2010, reunindo informações essenciais de cada cidadão português, para uma melhor prestação de cuidados de saúde. De acordo com os requisitos da Comissão Nacional de Proteção de Dados (Autorização n.º 940/2013), este permite o registo e a partilha de informações clínicas entre o utente, os profissionais de saúde e entidades prestadoras de serviços de saúde. Em 2015, cerca de 17% da população portuguesa estava inscrita na área do cidadão no Portal do Serviço Nacional de Saúde (SPMS, n.d.; Azeredo, R. T., 2019).

Os EHRs desempenham um papel fundamental no apoio e desenvolvimento dos cuidados de saúde, bem como na melhoria da segurança dos pacientes, garantindo o acesso à sua informação por parte dos profissionais de saúde, independentemente da instituição privada ou pública que irá prestar cuidados clínicos. Num estudo realizado nos EUA, 94% dos médicos garantiram a disponibilidade dos registos dos pacientes, 88% destes concordam que o EHR traz benefícios e 75% referem que o EHR permite oferecer um melhor serviço para com os pacientes (Monteiro, M. Â. B., 2019). A possibilidade de toda a informação estar reunida num único registo, agiliza e simplifica o fluxo de trabalho dos profissionais de saúde, tornando-os mais aptos e informados na toma de melhores decisões e na oferta de um melhor atendimento ao paciente. Mais concretamente, de acordo com uma pesquisa realizada em 2019 pela *Kaiser Family Foundation*, o EHR melhorou em 45% a qualidade do atendimento dos americanos (Guedes, A.S.F.F., 2011; Velte, L. M., 2011; Seymour, T. et al., 2012; Almeida L., 2021).

Em suma, através da adoção de EHRs, é possível automatizar o acesso à informação e melhorar a gestão e qualidade dos dados, reduzindo a duplicação de procedimentos e exames que em consequência reduzem as despesas dos serviços de saúde. Possibilita também reduzir os atrasos nos tratamentos e a ocorrência de erros médicos, garantindo a contínua segurança e confidencialidade dos dados (Guedes, A.S.F.F., 2011; Lima, J.D.S., 2016).

## **2.2 Interação normalizada com outros EHR entre instituições**

Independentemente da instituição de saúde, um EHR deve ser de fácil acesso e compreensão por quem o utiliza. No entanto, existem muitos sistemas de saúde e cada um com o seu próprio modelo. Com a constante evolução da área da saúde, vão aparecendo novos tipos de dados, o que implica a necessidade de construir modelos de dados flexíveis, dinâmicos e que facilmente se adaptem à nova informação, independentemente do seu formato (Monteiro, M. Â. B., 2019; Velte, L. M., 2011).

Para além disso, uma característica que deve estar sempre presente num EHR é a interoperabilidade que se caracteriza pela capacidade de diversos sistemas colaborarem entre si, dentro e para além das fronteiras organizacionais, na troca de informações clínicas, possibilitando a integração de sistemas heterogéneos em ambientes constituídos por diversos componentes tecnológicos (Saripalle et al., 2019; Lima, J.D.S., 2016).

De forma a apoiar o desenvolvimento de sistemas médicos (ex. PHRs, EHRs ...) interoperáveis, confiáveis e viabilizar a comunicação entre sistemas de registo eletrónico em saúde, é necessário incentivar a adoção de protocolos e normas por parte das organizações. Ao longo deste projeto, ir-se-á dar mais destaque à norma HL7 FHIR, uma norma considerada emergente nos EHRs, sendo cada vez mais usada, por estar alinhada com as tecnologias mais modernas utilizadas no mercado (Lobo, T. C. et al., 2020; Lazarova, E. et al., 2021).

As normas definem um formato comum para a informação, possibilitando a sua partilha entre diferentes instituições, ditando regras de armazenamento e a troca e recuperação de informação médica. Estas regras refletem-se em melhorias significativas na redução de custos e tempo gasto nas diferentes tarefas, na qualidade dos cuidados de saúde e na eficiência das organizações (Velte, L. M., 2011).

## **2.3 Dificuldades e limitações atuais**

A adoção de EHRs promete melhoria em muitos aspetos na área de saúde, contudo persistem alguns desafios, salientando-se, como se referiu, a interoperabilidade e integração de sistemas, e ainda a segurança e privacidade e a qualidade dos dados (Saripalle et al., 2019).

A interoperabilidade e a integração baseiam-se na partilha de informação entre sistemas, mas apresentam diferenças entre si. A integração vai além da interoperabilidade, referindo-se à capacidade de dois ou mais sistemas conseguirem comunicar, enviar e processar informação, de forma a complementar ou completar um processo ou necessidade. Os sistemas integrados são necessariamente

interoperáveis, apresentando um grau de dependência funcional entre si. Já os sistemas interoperáveis são mais independentes, podendo não ser integrados (Monteiro, M. Â. B., 2019; Rades, 2017).

Tal como referido no tópico anterior, a falta de interoperabilidade entre sistemas, dificulta a troca de informação clínica e administrativa, e o acesso ao histórico dos pacientes. Investir em normas de interoperabilidade entre sistemas, como as normas HL7 FHIR, permite às instituições uma menor redundância nos dados armazenados (Batista, T. A., 2016).

Na integração entre sistemas de informação, é possível garantir a unificação entre diferentes componentes de software, facilitando o rápido acesso na partilha e comunicação, agilizando os processos de negócio. A possibilidade de agregar dados provenientes de várias instituições de saúde distribuídas geograficamente, resulta numa melhor qualidade, acessibilidade e disponibilidade da informação nos cuidados de saúde. No entanto, uma forte integração de sistemas de informação entre diferentes organizações poderá reduzir a flexibilidade e agilidade das mesmas, verificando-se uma maior dificuldade na mudança de parceiros. *Stelzer, Fischer e Nirsberger* referem esta situação como *Lock-in* (Stelzer et al., 2006; Monteiro, M. Â. B., 2019).

Sobre a qualidade dos dados, é fulcral garantir que estes se encontram atualizados, para possibilitar às instituições e profissionais de saúde definir os procedimentos mais adequados, tendo em conta as necessidades dos pacientes. Os dados de saúde e informação adicional pessoal dos pacientes são o que tornam um sistema EHR particular, sendo de extrema importância garantir a sua segurança e privacidade (Azeredo, R. T., 2019; Lazarova, E., 2021).

Para além dos desafios apresentados, outras dificuldades poderão surgir, como a auditabilidade e precisão de dados, políticas de saúde, acesso à Internet para usufruir de certas funcionalidades e hardware específico para a sua utilização, o que pode pôr em causa a aceitação e conhecimento por parte de pacientes e profissionais de saúde sobre os sistemas de EHR, ou até mesmo sobre o uso das tecnologias inerentes. Limitações geográficas e utilização no estrangeiro, são temas a ter em atenção, pois se o sistema EHR é desenvolvido e adaptado aos sistemas de saúde nacionais, potenciais barreiras linguísticas ou culturais poderão surgir, proporcionando falhas na comunicação de dados médicos importantes que poderão ter impacto direto na saúde e tratamento dos pacientes (Saripalle et al., 2019; Marques, M. D. A., 2010; Azeredo, R. T., 2019).

## 2.4 Questões de segurança e privacidade

Numa sociedade cada vez mais digital, vão surgindo novas preocupações e ameaças digitais ao nível da segurança, privacidade e proteção dos dados pessoais. Em 2015, mais de 100 milhões de registos de saúde foram acedidos por hackers e apesar dos avanços tecnológicos, a segurança é ainda uma das principais barreiras que afeta a adoção de serviços de saúde em grande escala (SPMS, 2017; Natsiavas, P. et al, 2017).

Nesta área, os dados e a informação clínica são o mais importante, e devido à sua possível partilha digital através dos novos serviços de saúde, são os que estão sujeitos a um maior risco de fuga, divulgação ou uso indevido. Segundo um estudo de *John Jiang e Ge Bai*, da *Michigan State University*, 53% das fugas devem-se a causas internas, as mais difíceis de identificar, pois 25% delas ocorrem pela falta de mecanismos eficientes de controlo de acesso e de divulgação entre os vários profissionais autorizados (Monteiro, M. Â. B., 2019; Keshta, I., & Odeh, A., 2021).

De forma a colmatar estes problemas e oferecer aos cidadãos Europeus mais segurança e poder sobre os seus dados pessoais, a União Europeia criou em 2016, o Regulamento Geral sobre a Proteção de Dados (RGPD), vindo a ser aplicável a partir do dia 25 de Maio de 2018. O RGPD estabelece que todas as organizações que realizam tratamento sobre os dados pessoais de cidadãos residentes na União Europeia, dentro ou fora da União Europeia, devem implementar um conjunto de regras com o intuito de reduzir o risco de incumprimento, em relação à privacidade e proteção de dados pessoais. Neste processo, destaca-se, o responsável pelo tratamento dos dados, que estipula a finalidade e os meios de tratamento e o subcontratante, entidade responsável por armazenar e tratar os dados em nome do responsável pelo tratamento (Monteiro, M. Â. B., 2019; SPMS, 2017; Your europe, 2021).

No tratamento de dados, as regras impostas pelo RGPD asseguram que o titular dos dados entende o porquê de dar o seu consentimento, reconhece os seus direitos e como os pode exercer da forma mais adequada. No caso de situações particulares, as regras adotam outras especificidades, tal como na recolha dos dados pessoais das crianças, em que se deve obter o consentimento dos respetivos representantes legais, ou no caso de titulares falecidos, em que os direitos sobre os seus dados são exercidos por alguém definido anteriormente pelo mesmo ou pelos seus herdeiros, no caso de este não ter determinado essa impossibilidade (Your europe, 2021; CNPD, 2019a). Ainda assim, alguns dos principais direitos dos titulares dos dados são:

- **Direito de acesso aos dados:** O direito de aceder aos seus dados pessoais e informações sobre si, bem como saber se estas estão ou não a ser tratadas;

- **Direito de retificação dos dados:** O direito de retificar ou complementar os seus dados pessoais, se estes se encontrarem desatualizados, incompletos ou incorretos;
- **Direito ao apagamento dos dados:** Quando os seus dados pessoais deixarem de serem necessários para o cumprimento da finalidade do tratamento, o titular pode pedir ao responsável pelo tratamento que elimine os mesmos;
- **Direito à limitação do tratamento:** Durante um determinado intervalo de tempo, o titular pode limitar a utilização dos seus dados, não podendo estes ser comunicados a terceiros, apagados ou transferidos internacionalmente;
- **Direito de portabilidade:** Se o tratamento de dados se basear no consentimento ou num contrato, o titular pode solicitar receber os seus dados pessoais num formato estruturado, de uso corrente e de leitura automática, e transmiti-la a outro responsável;
- **Direito de oposição:** Em qualquer momento, o titular tem o direito de se opor ao tratamento dos respetivos dados pessoais para um uso específico.

Verifica-se uma violação de dados pessoais ou *data breach*, quando de modo acidental ou ilícito, os dados pessoais de que a organização é responsável são divulgados a destinatários não autorizados, destruídos, perdidos, alterados, ou o seu acesso for interrompido temporariamente. Para prevenir tal acontecimento, o responsável pelo tratamento deve implementar uma política interna, que consiga identificar e gerir os incidentes de segurança que têm impacto na proteção dos dados pessoais, transmitir num prazo de 72 horas à autoridade de proteção de dados quando representar um risco para os direitos e liberdades das pessoas singulares, e avisar todas as pessoas afetadas quando corresponder a um risco elevado (Your europe, 2021; CNPD, 2019b).

O cumprimento dos princípios do RGPD, por parte do registo eletrónico de saúde, garante a integridade, a confidencialidade e a conformidade legal e normativa dos dados pessoais durante o seu tratamento. Uma vez que seguirá o princípio de que o tratamento sobre os dados dos pacientes é lícito, leal e transparente, e portanto, este recolhe os dados apenas para as finalidades determinadas, explícitas e legítimas sendo os dados, exatamente os adequados, pertinentes e limitados ao que é necessário. Sempre que solicitado, o EHR deve demonstrar que cumpre os princípios referentes ao RGPD, responsabilizando-se por qualquer violação na privacidade e segurança dos dados. Visto que, segundo os Serviços Partilhados do Ministério da Saúde (SPMS), o RGPD prevê “uma responsabilidade conjunta do responsável pelo tratamento e do subcontratante na adoção das medidas de segurança necessárias para proteger os dados pessoais contra acessos indevidos” (Monteiro, M. Â. B., 2019; SPMS, 2017).

## **2.5 Importância de obter indicadores para os profissionais de saúde**

Um indicador é uma mensuração que representa uma determinada situação que à partida não é clara, não sendo uma medida absoluta de bom ou mau desempenho. Os indicadores são dinâmicos e respondem a certas situações e contextos culturais e temporais (OPAS, 2018).

Segundo *Morgenstern*, mensurar variáveis relacionadas com saúde, envolve diferentes níveis de mensuração, pela observação direta de apenas um indivíduo ou pela observação de um grupo populacional ou um espaço geográfico segundo taxas e proporções, médias e medianas. Através das mensurações obtidas a partir da observação de grupos ou espaços geográficos é possível idealizar indicadores (OPAS, 2018).

Os indicadores de saúde são uma estimativa (mensuração com algum grau de imprecisão) de uma dimensão de saúde (bem-estar físico, emocional, espiritual, ambiental, mental e social) ou de uma característica/qualidade da saúde de uma determinada população, ou até mesmo do desempenho de um sistema de saúde (OPAS, 2018).

É através de indicadores baseados em evidências, que os profissionais de saúde conseguem verificar em que medida os objetivos previamente delineados foram atingidos. Para além disso, os indicadores produzem informação interessante para os profissionais quando são devidamente analisados e interpretados, pois são capazes de gerar conhecimento que influenciará tomadas de decisão, de forma a promover o desenvolvimento de estratégias para aprimorar o sistema de saúde e a prestação de melhores cuidados. Assim, o uso de indicadores fomenta um maior reconhecimento e respeito profissional, a formação de equipas mais bem informadas, a melhor gestão dos recursos, a potencial redução do tempo de internamentos e maior satisfação do utente e das famílias, entre outras melhorias (Cerqueira, I. M. C., 2018; OPAS, 2018).

## 2.6 Contexto SmartAL

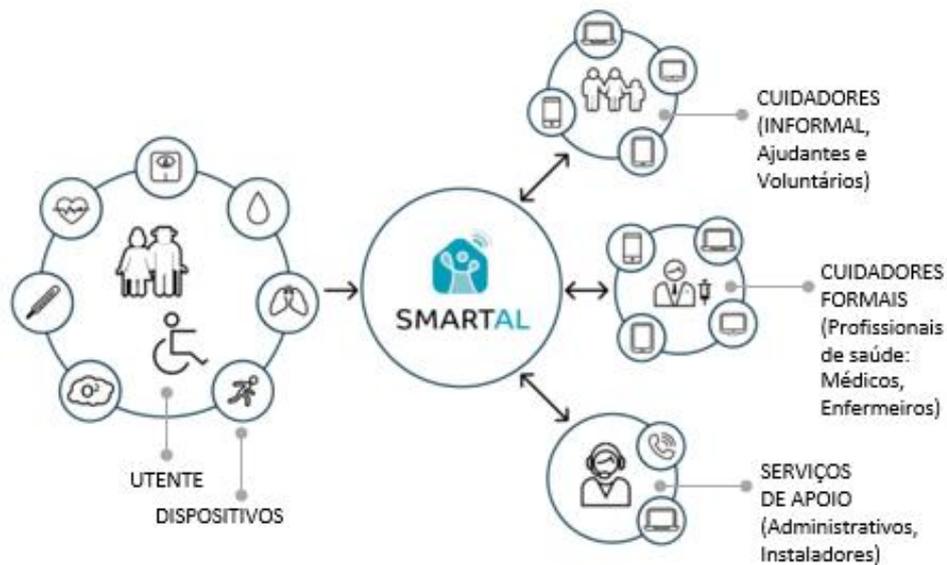


Figura 2: Ecossistema SmartAL

SmartAL é uma solução desenvolvida pela Altice Labs, na qual é possível, de forma fácil e intuitiva, gerir, controlar e visualizar serviços de saúde, com foco na simplificação e promoção da saúde das pessoas, no apoio social e na segurança.

Esta aplicação interativa de *Assisted Living* (AL), permite em tempo real e através de um conjunto de tecnologias, dispositivos médicos e serviços de suporte, oferecer a telemonitorização de sinais vitais (e.g. peso, pressão arterial, glicose...). Através de medições automáticas ou manuais por dispositivos biométricos é possível, em função das necessidades de monitorização de cada utente, dar apoio nas atividades diárias relacionadas com a saúde e o bem-estar para quem se encontra em condições de vulnerabilidade, como no caso de doentes crónicos, seniores, ou pessoas em pós-operatório, pós-alta hospitalar, entre outros.

Os dados e todo o histórico de saúde do utente é armazenado digitalmente, garantindo a sua confidencialidade e segurança, tendo em conta as normas vigentes, num repositório específico, o registo eletrónico de saúde (EHR), podendo esta informação clínica, ser gerida e partilhada entre profissionais de saúde autorizados e diversas instituições de saúde, para um melhor acompanhamento, controlo e prevenção de doenças.

### 2.6.1 Funcionalidades

Este serviço integrado de telemonitorização apresenta as seguintes funcionalidades:

- Monitorização remota de sinais vitais;
- Gestão de planos e tarefas diárias;
- Gestão de alertas, notificações e lembretes;
- Teleconsulta, videochamada, chat e partilha de ficheiros;
- Questionários para avaliação da saúde e bem-estar;
- Conteúdos educativos, como tutoriais em vídeo e PDF;
- Relatórios e indicadores;
- Consentimento informado;
- Segurança da informação.

### 2.6.2 Benefícios

O SmartAL tem como objetivo promover a gestão da saúde e o apoio social das pessoas, destacando-se pelo seu acompanhamento profissional contínuo e acesso remoto aos dados em tempo real, assegurando o envio de alertas em situações de risco e antecipando alterações no estado de saúde dos pacientes, permitindo assim uma ação preventiva rápida e atempada.

A facilidade com que a aplicação é capaz de se adaptar às necessidades de cada paciente, potencia o seu grau de independência, autonomia, mobilidade, confiança e segurança dentro e/ou fora de casa, prevenindo ao mesmo tempo o isolamento social e geográfico.

O acompanhamento permanente dos pacientes no conforto das suas casas, permite reduzir o número de utentes em episódios de urgência, alargar os cuidados a um maior número de utentes e uma gestão mais eficiente de recursos.

### 2.6.3 Interfaces e dispositivos

A solução SmartAL é acessível através de interfaces gráficas multilingue, personalizadas e de fácil utilização, desenvolvidas em conformidade com os padrões atuais de usabilidade, sendo estas:

- **Interface TV:** permite ao utente aceder à plataforma no conforto da sua casa e tem como principais funcionalidades realizar novas medições de saúde e verificar o seu histórico de medidas, bem como assistir a vídeos de ajuda, receber avisos e preencher questionários.

- **Interface Smartphone:** suporta cenários de mobilidade para os perfis de utente, cuidador formal ou informal, instalador, ajudante e voluntário, sendo apenas necessário o acesso à Internet. Através desta interface é possível realizar medições a si próprio ou a outro (e.g. familiar), realizar tarefas diárias, anexar fotos à ficha clínica, receber notificações e, tal como na interface de TV, consultar histórico, visualizar vídeos e preencher questionários.
- **Interface Web:** apresenta-se como um portal simples e intuitivo, e é nesta interface que é possível aceder, gerir e monitorizar toda a informação dos utentes em tempo real, por todos os perfis, tais como administrador (um por instituição), administrativo, cuidador (formal e informal), instalador, utente, ajudante e voluntário. Inclui como principais funcionalidades, a gestão de utilizadores e dispositivos, a gestão de tarefas e planos, acesso à ficha clínica completa do utente e todas as restantes já referidas nas interfaces anteriores.

Quanto aos dispositivos médicos (oxímetro, medidor de tensão arterial, termómetro, glicómetro, entre outros), são integráveis e compatíveis com a aplicação, na inserção automática de medidas, comunicando por Bluetooth ou através de APIs.

### 3. ESTADO DA ARTE

Neste capítulo sobre o estado de arte são abordados os temas essenciais para a elaboração deste projeto, tais como, o EHR, os tipos de dados que poderão estar presentes num EHR, as normas HL7 e HL7 FHIR e as suas principais diferenças, bem como uma descrição sobre o MHR da solução SmartAL e sua arquitetura, o seu modelo de dados atual e a proposta de um novo modelo de dados, finalizando com a identificação de alguns indicadores relevantes para os cuidadores.

#### 3.1 EHR

Os registos eletrónicos de saúde (EHR) surgiram durante os anos 60 e 70 com o desenvolvimento da tecnologia de computadores. Inicialmente, estes eram concebidos e usados apenas para pacientes internados e ambulatoriais em alguns centros médicos académicos. Tal como acontece ainda hoje em alguns sistemas eletrónicos de registo de dados de saúde, na altura os sistemas não reuniam todas as informações sobre a saúde do paciente em formato digital, sendo alguma informação registada em papel (Azeredo, R. T., 2019).

Ao longo dos anos, estas tecnologias foram-se desenvolvendo em sistemas computadorizados com pequena capacidade de memória, pelo que apenas alguns EHRs permitiam que os profissionais de saúde procedessem a registos médicos, prescrições e notas. Esta tecnologia demorou a ser difundida devido aos seus altos custos, erros na entrada de dados, falta de aceitação por parte dos profissionais de saúde e falta de incentivos associados. Até que no final da década de 1980, início de 1990, os recursos computacionais tornaram-se mais poderosos e com menores custos. Com a evolução das redes locais e da Internet, os registos eletrónicos de saúde começaram a reunir condições para utilizar EHRs baseados em tecnologias Web, tornando o acesso à informação médica mais rápida e fácil. Hoje em dia, a maioria dos EHRs são baseados em sistemas Web/cliente-servidor e utilizam bases de dados relacionais (Azeredo, R. T., 2019).

Em 1998, *Iakovidis* definiu o EHR como "*informação de saúde armazenada digitalmente sobre a vida de um indivíduo com o propósito de apoiar a continuidade dos cuidados, educação e pesquisa, garantindo a confidencialidade em todos os momentos*". O EHR é uma versão eletrónica do histórico de saúde, que inclui informação relevante sobre o paciente, tal como os seus dados demográficos e pessoais, a idade, peso, altura, e outras características, bem como notas de progresso, diagnóstico, medicação, sinais vitais e histórico médico de radiologia, relatórios e afins (Velte, L. M., 2011; Seymour, T. et al., 2012).

A integração dos dados sobre um paciente, permite que a informação obtida de diversos sistemas possa ser registrada, analisada e partilhada entre os diferentes profissionais de saúde e entidades prestadoras de serviços de saúde autorizadas em mais do que uma instituição de saúde, como no caso de laboratórios, hospitais, clínicas, farmácias, entre outras. Esta possível análise transversal do histórico do paciente beneficia todos os intervenientes (profissionais de saúde, pacientes e as entidades de gestão de centros médicos), reduzindo a replicação de dados e enriquecendo a qualidade e quantidade de informação disponível para os profissionais se guiarem na toma de melhores decisões, sendo de extrema importância que a informação esteja sempre atualizada (Seymour, T. et al., 2012; Azeredo, R. T., 2019; Dias, I. S. J. S., 2019).

Através de diferentes interfaces, um EHR é capaz de oferecer suporte a outras atividades relacionadas com a assistência ao paciente (direta ou indiretamente) e integrar dados para outras finalidades, como no caso de pesquisas, investigações científicas, na descoberta de possíveis tendências e mudanças das condições de saúde a longo prazo, ou atividades relacionadas com aspetos administrativos (Seymour, T. et al., 2012; Lazarova, E, et al., 2021; Azeredo, R. T., 2019).

### 3.2 Tipos de dados

Um EHR é capaz de capturar e armazenar uma grande variedade de dados, relevantes para o registo dos pacientes. Segundo *Fennelly (2019)*, membros do *Advisory Group* destacam na revisão de leitura '*Clinical Information Capture in the Electronic Health Record*' que um EHR deve permitir a entrada de 4 tipos de dados:

- **Dados não-estruturados:** Os EHRs contêm uma considerável quantidade de dados não-estruturados, referentes aos textos digitalizados ou 'texto livre', como notas clínicas, notas de progresso, registos cirúrgicos, relatórios médicos ou resumos de alta, entre outros. Este tipo de dados contém informação importante sobre o paciente que está ausente ou até contrária à informação representada nos dados estruturados, complementando-os. Por fornecer uma compreensão mais abrangente, este é um fator crítico na assistência e suporte de decisões clínicas. No entanto, o surgimento de novas notas ou a existência de grandes quantidades de texto poderá causar redundância e informação importante pode passar despercebida, tornando difícil a recuperação e o uso dos dados de forma eficaz na gestão de doenças, cuidados preventivos ou outros fins.

O 'texto livre' é o mais utilizado e valorizado pelos profissionais de saúde, pela facilidade e eficácia que apresenta nos fluxos de trabalhos diários, apesar de ainda apresentar muitos desafios na otimização de um EHR, podendo afetar a segurança dos pacientes e a produtividade dos profissionais. Muitos dos benefícios esperados de um sistema EHR, tal como o suporte à decisão clínica e extração automática de dados, exigem o processamento automático de informação clínica que requer o uso de vocabulário controlado, o que não acontece no texto livre. A conversão do texto livre para um formato estruturado, por vezes é uma tarefa demorada e difícil, sendo extremamente importante o desenvolvimento de mecanismos automatizados para a interpretação do mesmo.

- **Dados Estruturados:** A entrada de dados estruturados permite ao utilizador introduzir dados de formulários ou modelos estruturados divididos em diferentes secções e fáceis de entender pelos pacientes, como por exemplo formulários de registo, informações sociais e medidas de dados biológicos. Fica mais fácil seleccionar opções de listas, incluir caixas de seleção ou botões de opção, eliminando a necessidade de digitalizar as primeiras letras de um termo. Esta forma de entrada de dados é adequada quando existem opções limitadas, como sim ou não e/ou medidas de resultados, atendendo a que a adição de muitas opções dentro do modelo pode resultar na recolha de nenhum dado interessante.

Os dados estruturados facilitam no preenchimento automático de campos de dados de várias secções do EHR, inclusive na dos dados provenientes de dispositivos integrados, proporcionando maior eficiência na documentação clínica, reduzindo erros na transferência de dados entre sistemas e uma fácil agregação e recuperação dos dados. Além disso, a inserção de dados em modelos estruturados no EHR reduz a omissão de dados, pois as listas de verificação ajudam aos utilizadores a lembrar certos pormenores e a cumprir melhores práticas. Contudo, os modelos estruturados não são adequados para todos os pacientes. Portanto, os modelos devem ser flexíveis, permitindo aos utilizadores personalizar a inserção e visualização dos dados, melhorando a sua satisfação. Até porque uma das vantagens destes modelos é a sua facilidade na leitura e localização de informação.

No entanto, a forma de documentar por parte dos médicos, pode afetar a maneira de pensar e tomar decisões críticas, arriscando-se os cuidados de saúde por uma incorreta identificação de uma certa condição do paciente, devido à falta de ambiguidade. Para que tal não aconteça, o *American College of Physicians* (ACP), recomenda que o sistema EHR não obrigue a

selecionarem caixas se assim não for necessário e que os modelos estruturados nunca devem substituir apontamentos clínicos de texto livre.

- **Dados Codificados:** Por vezes a comunicação entre os profissionais de saúde pode tornar-se difícil, quando à mistura estão diversos termos para representarem o mesmo assunto. Para resolver este problema, foram desenvolvidas terminologias padronizadas associadas a códigos que representam vários aspetos da prática clínica. Um exemplo de uma terminologia padronizada é o código ICD-10 E78.0 que representa hipercolesterolemia e é o código usado para descrever colesterol alto em vez de se recorrer a vários termos.

Os maiores benefícios relacionados com este tipo de dados são: melhor qualidade dos dados e do atendimento prestado, interoperabilidade semântica entre os sistemas, independentemente do idioma, a terminologia é compreendida por todos os profissionais de saúde dentro e fora das fronteiras organizacionais, bem como dos pacientes que utilizarão os mesmos termos para descrever a sua condição, entre outras. Ainda assim, por vezes procurar um código pode ser demorado, afetando a usabilidade do sistema, e, portanto, os sistemas EHR devem oferecer atalhos como mecanismos de pesquisa, por palavras-chaves ou uso de técnicas de NPL para sugerir códigos e/ou expressões mais apropriadas.

Muita terminologia padronizada tem sido desenvolvida, não se destacando uma única como padrão universal e provavelmente, será necessário no EHR, mais do que um tipo de terminologia para facilitar os propósitos administrativos e clínicos. A escolha das terminologias mais adequadas deve ocorrer antes do desenho do EHR, identificadas e utilizadas nacionalmente, sempre que possível.

- **Dados semiestruturados:** Os dados clínicos semiestruturados, são um modelo híbrido que combinam os benefícios dos dados estruturados e codificados, com a flexibilidade dos dados não-estruturados. A maioria dos EHRs permite no mesmo modelo, adicionar dados estruturados e a digitalização de texto livre por parte do utilizador. Este formato livre permite adicionar contexto a elementos dos dados estruturados ou o registo de outras informações clinicamente importantes. Normalmente, a possibilidade de inserir texto dentro dos elementos estruturados num EHR, acontece quando o utilizador não consegue encontrar o termo ou código estruturado apropriado, mas esta situação pode resultar no uso excessivo deste método, sendo por isso importante, explicar aos utilizadores os benefícios de combinar dados codificados e estruturados, com dados não-estruturados.

A partir da recolha da informação relevante, o EHR será capaz de fornecer vários tipos de dados que poderão ser integrados, vinculados ou mesclados num registo. A Tabela 1 apresenta os tipos de dados mais comuns disponíveis num EHR. No entanto, para além destes, o EHR é normalmente capaz de fornecer outros tipos de dados emergentes de interesse (Gliklich, R. E., et al., 2019).

*Tabela 1: Tipos de dados num EHR (Adaptado de Gliklich, R. E., et al., 2019)*

<b>Tipos de Dados</b>	<b>Exemplos</b>
<b>Demográficos</b>	Idade, sexo/género, raça
<b>Diagnósticos</b>	Diagnóstico, histórico médico
<b>Lista de Problemas</b>	Diagnóstico ativo, diagnóstico resolvido
<b>Histórico de família</b>	Transtornos familiares, fatores de risco
<b>Alergias</b>	Alergia a alimentos e medicamentos, anafilaxia
<b>Vacinas</b>	DTaP (Difteria, Tétano, & Coqueluche(aP)), VHB (Hepatite B), IPV (polio vírus inativada)
<b>Medicação</b>	Prescrições por escrito
<b>Procedimentos</b>	Paciente internado, ambulatório
<b>Pedidos / valores de laboratório</b>	Hemograma, níveis de HbA1C (Hemoglobina A1c)
<b>Sinais Vitais</b>	IMC (peso e altura), pressão sanguínea
<b>Relatórios</b>	Radiologia, patologia e outros relatórios
<b>Utilização</b>	Custo, hospitalização
<b>Tipos de dados emergentes</b>	
<b>Dados Bioamostra</b>	Metadados sobre uma amostra biológica
<b>Informação genética</b>	Dados de sequência do genoma
<b>Dados Sociais</b>	Nível de rendimento, educação, situação laboral
<b>Gerado pelo paciente</b>	mHealth, comunicações do paciente
<b>Comunidade</b>	Especificações da comunidade
<b>Geoespacial</b>	Ambiente da vizinhança
<b>Inquéritos</b>	Avaliações de risco à saúde humana, Questionários sobre a saúde dos pacientes (PHQ-9), Resultado relatado pelo paciente
<b>Texto livre</b>	Apontamentos, resultados de testes
<b>Outros Tipos de Dados</b>	Dados sobre o fluxo de trabalho clínico

### 3.3 HL7

Em 1987, foi fundada a *Health Level Seven International* (HL7), uma organização sem fins lucrativos acreditada pela ANSI (*American National Standards Institute*), a qual se dedica ao desenvolvimento de normas que apoiam a troca, integração, partilha e recuperação de informação eletrónica de saúde de suporte à prática clínica e à gestão, prestação e avaliação de serviços de saúde. Esta é uma organização apoiada por mais de 1600 membros distribuídos em mais de 50 países, incluindo membros corporativos que representam stakeholders do governo, prestadores de cuidados de saúde, empresas farmacêuticas, empresas de consultoria, fabricantes de equipamentos e empresas de software (HL7 International, 2019).

O HL7 tem como missão tornar a interoperabilidade global dos dados de saúde uma realidade, através da adoção e implementação das normas desenvolvidas, para que seja possível existir um mundo onde todos podem aceder e exercer de forma segura o direito que têm sobre os seus dados de saúde, quando e onde precisarem (HL7 International, 2019).

As normas HL7 atuam na camada de aplicação para a transmissão eletrónica de informação de saúde, que corresponde à sétima camada no modelo de comunicação de sete camadas da Organização Internacional de Padronização (ISO) para Interconexão de Sistemas Abertos (OSI). Os intervenientes, ao seguirem estas normas na construção das interfaces das suas aplicações, conseguirão cobrir a maioria dos requisitos na troca de informações de saúde (HL7 International, 2019; Biswas, P).

O HL7 International já desenvolveu diversas normas, tais como:

- O **HL7 Versão 2** que é um padrão de mensagens, o qual permite a troca eletrónica de dados clínicos entre sistemas, conseguindo dar suporte à maioria das interfaces de comunicação utilizadas no setor de saúde. Geralmente é compatível com versões anteriores, reduz os custos de implementação e fornece uma estrutura de negociação para o que não está padronizado. Este é o padrão de saúde mais implementando no mundo (em mais de 35 países) e é utilizado nos EUA por 95% das organizações de saúde (HL7 International, n.d.-d).
- O **HL7 Versão 3** é um padrão de comunicação de informação clínica, o qual segue uma metodologia orientada a modelos específicos, produzindo mensagens e documentos eletrónicos em formato XML. Tem por base a '*Reference Information Model*' (RIM) do HL7, um modelo de informação que representa toda a informação necessária à interoperabilidade em saúde. Além disso, o HL7 V3 RIM serve também como base para a construção da Arquitetura de Documentos Clínicos (CDA) do HL7 (HL7 International, 2015b; HL7 International, n.d.-e).

- O **HL7 CDA (Clinical Document Architecture)** é o padrão principal para representar a documentação clínica, especificando a estrutura e semântica necessárias à troca de informação de saúde entre os pacientes e profissionais de saúde, dando suporte à reutilização de dados clínicos em relatórios de saúde pública, na monitorização de qualidade, na segurança do paciente e em ensaios clínicos. Os sistemas EHR e PHR e os prestadores de cuidados de saúde em geral são os principais utilizadores deste padrão. O seu uso é popular na troca de informações entre empresas, tal como nas *Health Information Exchange* (HIE) (HL7 International, 2015a; HL7 International, n.d.-a).
- O **HL7 FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources)** é o padrão de comunicação mais recente da HL7 e baseia-se na combinação das melhores características das normas referidas anteriormente (HL7 V2, HL7 V3 e HL7 CDA), usufruindo dos mais recentes padrões webs e com foco na capacidade e facilidade de implementação. O FHIR é adequado para vários contextos, tais como aplicações de dispositivos móveis, comunicações em cloud, EHR baseados na partilha de dados, entre outros (HL7 International, n.d.-b).

Desde os anos 90 que a versão mais conhecida e utilizada no setor da saúde é a norma HL7 V2. Em Portugal, estas normas têm vindo a ser cada vez mais sugeridas para uso transversal na saúde, principalmente o HL7 FHIR e o C-CDA (HL7 Affiliate Portugal, n.d.; Biswas, P).

### 3.3.1 HL7 FHIR

O HL7 *Fast Healthcare Interoperability Resources* (FHIR) é uma norma de interoperabilidade na área da saúde, que tem como objetivo facilitar a troca de informação clínica e promover fluxos autónomos entre sistemas e equipamentos médicos distintos. Apresenta diversos benefícios, evitando a necessidade de criar protocolos de comunicação específicos, sempre que ocorre uma nova transferência de dados entre profissionais de saúde, pacientes, cuidadores, pesquisadores e/ou qualquer outra entidade envolvida no ecossistema de saúde. Assim, os fornecedores são capazes de oferecer soluções de mais valor aos seus clientes e os profissionais de saúde estarão mais ágeis na procura de informação clínica e administrativa sobre o paciente, proporcionando-lhes um melhor atendimento e melhores cuidados e tratamentos. De forma global, esta norma permite alcançar uma maior qualidade e segurança na comunicação entre todos os stakeholders envolvidos no processo de prestação de cuidados de saúde (InterOpera, 2016; HL7 International, n.d.-c).

Tal como na norma HL7 v2, o FHIR tenta abordar e resolver os problemas e as necessidades reais do mercado atual de saúde, adotando uma abordagem modular, em vez da abordagem tradicional centrada em documentos. Representa os dados de saúde de forma atômica ou granular, como no caso da frequência cardíaca, medicação, alergias entre outros, como entidades modulares independentes, referidas como recursos. Os recursos são criados, atualizados e compartilhados através de um conjunto de APIs e serviços Web, seguindo uma arquitetura RESTful, que se baseia em HTML e CSS para a integração de interfaces e OAuth2 para obter permissões. Em termos de transmissão da informação, é possível representar os dados através do formato XML, JSON ou RDF, permitindo assim conectar as diferentes plataformas que estão a surgir no mercado (InterOpera, 2017; InterOpera, 2016; HL7 International, n.d.-c; Saripalle et al., 2019).

Atualmente, o FHIR categoriza os recursos como clínicos (observações, medicação, etc), financeiros (coberturas, contratos, etc), especializados (pesquisas de estudo, questionários, etc), de base (paciente, entidades, etc) e fundação (terminologias como ValueSet, etc). A Figura 3 ilustra um exemplo de como os recursos FHIR são utilizados para descrever o registo de um paciente. Cada um destes recursos contém informações específicas e importantes sobre o paciente, como no caso do recurso encontro (*Encounter*), onde é possível verificar as informações recolhidas sobre a interação entre um paciente e o profissional de saúde, ou o recurso procedimento (*Procedure*) que contemplará os procedimentos já realizados ou por realizar do paciente (Saripalle et al., 2019).

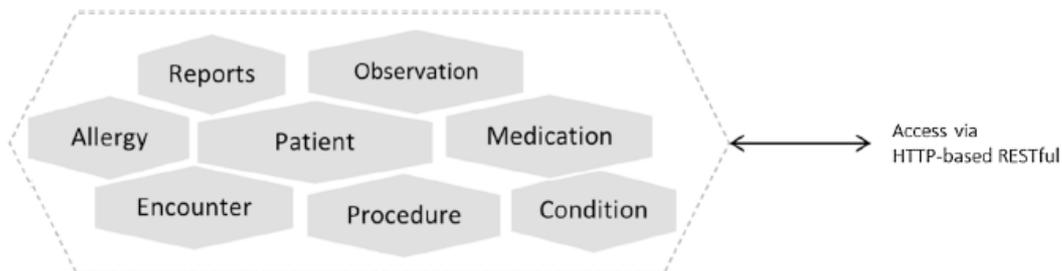


Figura 3: Exemplo dos recursos FHIR de um registo médico (Retirado de Saripalle et al., 2019)

De todas as normas desenvolvidas pelo HL7, esta é a mais interessante por ser a mais flexível e a que melhor se adapta aos requisitos dos stakeholders, especificações clínicas e políticas de saúde de uma organização ou país. Realça-se também a sua fácil implementação, comparando com as versões 2 e 3 (InterOpera, 2017; InterOpera, 2016; Saripalle et al., 2019).

### 3.3.2 Diferenças entre o FHIR e o HL7 v2

A Tabela 2 apresenta algumas das principais diferenças entre o FHIR e o HL7 v2, apontadas por *Bender, D., & Sartipi, K.* (2013), com a adição de novos campos. O FHIR surge como uma alternativa aos padrões já existentes do HL7, havendo a possibilidade de vir a substituir aos poucos todos ou pelo menos alguns desses padrões (HL7 FHIR, n.d.-b).

*Tabela 2: HL7 vs HL7 FHIR (Adaptado de Bender, D., & Sartipi, K., 2013; HL7 FHIR, n.d.-c).*

	<b>HL7 v2</b>	<b>HL7 FHIR</b>
<b>Processo de desenvolvimento/metodologias</b>	Bottom-up/ ad hoc	Iterativa e incremental
<b>Paradigmas de arquitetura</b>	Mensagens, campos e registos	RESTful
<b>Sobrecarga de aprendizagem</b>	Ordem de semanas	Ordem de semanas
<b>São necessárias ferramentas especializadas?</b>	Sim (um parser)	Não
<b>Diretamente consumível?</b>	sim	sim
<b>Ordem de tamanho da especificação</b>	Centenas de páginas	Centenas de páginas
<b>Exemplos de implementações na especificação</b>	Sim	sim
<b>Suporte da comunidade</b>	Forte	Muito Recente
<b>Referências de implementações disponibilizadas pelo HL7</b>	Não	sim
<b>Adequado para dispositivos móveis</b>	Não	Sim
<b>Número de tipos de mensagem</b>	?	30
<b>Grau de adoção</b>	Muito alto	Não conclusivo
<b>Tipo de modelo de informação</b>	Ad hoc	Não conclusivo
<b>Suporte internacional de caracteres</b>	Não (ASCII)	Sim (UTF8)
<b>Suporte ao formato de mensagem internacional</b>	padrão global único	padrão global único
<b>Extensibilidade</b>	Proporciona um mecanismo de extensibilidade através do 'Z-segments'. O significado das extensões é opaco, sem uma explicação prévia do remetente.	As extensões do FHIR podem surgir em qualquer nível, incluindo nos tipos de dados. O URI da extensão apresenta o seu significado.
<b>Compatibilidade entre versões</b>	Para garantir a compatibilidade com as versões, dispõe de processos rigorosos.	Promete regras de compatibilidade semelhantes. Em versões futuras, o caminho para um elemento dentro de uma instância do FHIR permanecerá inalterado.

<b>Capacidade de leitura humana</b>	Geralmente, as instâncias HL7 v2 não disponibilizam versões legíveis sobre o conteúdo partilhado.	Exige, para cada recurso, que o conteúdo seja legível.
<b>Opcionalidades e Perfis</b>	Inclui demasiados elementos que apenas são utilizadas em circunstâncias muito limitadas. Os mecanismos que definem os perfis não são muito utilizados.	Os recursos FHIR são mais limitados em relação aos elementos incluídos na especificação. Os perfis FHIR integram uma parte essencial da metodologia e incorporam ferramentas para aumentar as probabilidades de uso.
<b>Atualizações</b>	A troca de dados acontece de forma instantânea, sendo transmitidas as atualizações através de uma cópia completa da instância com os novos dados. Alguns segmentos e mensagens permitem enviar apenas os dados alterados ou códigos sobre o tipo de mudança.	Só funciona com o modo instantâneo.
<b>Granularidade</b>	Salienta a reutilização de padrões de informação. Para se aproximar à ideia de recursos FHIR, a estrutura ' <i>Segment</i> ' proporciona blocos reutilizáveis de dados que não podem ser manipulados independentemente.	A reutilização assume uma abordagem diferente, com foco em objetos que podem ser mantidos de modo independente.

### 3.4 MHR da solução SmartAL

O MHR é o sistema de gestão de dados de saúde da aplicação SmartAL que tem como objetivo armazenar e consultar dados médicos e vitais, de forma segura e anónima, utilizando PostgreSQL, como motores de base de dados. No MHR apenas se encontram os dados que tem implicações no estado de saúde do paciente, sendo apresentado na aplicação, um cruzamento entre a informação presente no MHR com a informação guardada no SmartAL.

Atualmente, o sistema encontra-se confuso e desatualizado relativamente à lógica e interfaces oferecidas pelo SmartAL. Existem tabelas no modelo de dados do MHR, como por exemplo a tabela referente à classificação anatómica do ATC, que não estão a ser usadas pelo SmartAL. Além disso, as análises clínicas e outros documentos referentes à saúde do paciente não estão a ser registados no sistema MHR. Este também não distingue os utilizadores, considerando todos como utentes, não havendo uma distinção de quem são os cuidadores nem as relações entre ambos. No entanto, os módulos referentes às alergias, doenças e medicamentos seguem as especificações mais recentes da SPMS e a informação sobre os medicamentos é retirada do Infarmed, para estar de acordo com o que é necessário no principal

sistema de prescrição do Sistema de Saúde Português. Mas, apesar dos esforços, ainda existem dificuldades na comunicação com o repositório público da SPMS.

Com o objetivo de simplificar o sistema e construir um EHR normalizado, a solução a especificar passa por reestruturar o MHR, tornando-o mais dinâmico e consistente. Assim, é necessário analisar em detalhe a informação recolhida pela aplicação SmartAL, através de dispositivos médicos, APIs e *wearables* e selecionar aquela que realmente deve constar no novo EHR. De seguida, essa informação deve ser estruturada segundo um modelo de dados comum e aplicar a norma HL7 FHIR, para se conseguir exportar os dados presentes na base de dados para outros sistemas externos (e.g. API externa (RSE)). Para tal, é importante perceber qual o formato que a norma utiliza para guardar, apagar e transferir os dados de uma base de dados para outra e que tipo de informação se deve exportar para ou importar dos sistemas externos.

*El-Sappagh et al. (2012)*, sugerem que uma arquitetura flexível a ponderar é a de um sistema distribuído, em que cada organização de saúde tem o seu próprio EHR (modelo de dados e padrões de terminologia) e comunicam entre si através das normas HL7. Recomendam um modelo de dados que utiliza o modelo objeto-relacional e o esquema entidade-atributo-valor com classes e relacionamento (EAV/CR). Segundo os autores, este modelo será suficientemente flexível para permitir a alteração e adição de novos tipos de dados e atributos, evitando alterar o esquema físico da base de dados e facilitando as operações de *data mining* e suporte à decisão, componente integradora de um sistema EHR.

O foco principal desta nova base de dados será a reformulação do modelo de dados e a comunicação, se possível já com o protocolo HL7/FHIR, para assim se sincronizar e integrar com os sistemas das instituições públicas geridos pela SPMS. A adoção de vocabulários comuns, como os do SNOMED-CT, e formatos de dados comuns, como os da arquitetura de documentos clínicos C-CDA e FHIR, permitem alcançar a interoperabilidade com os outros repositórios de dados de saúde, garantindo a segurança e privacidade do paciente.

Para além disso, a possibilidade de relacionar dados pode melhorar a qualidade e a prestação de cuidados de saúde, assim como o desempenho no suporte à decisão clínica. Através da correlação e de indicadores estatísticos é possível extrair novo conhecimento que não é possível quando os dados são analisados de forma independente. Neste contexto, a partir dos dados a guardar no novo EHR serão definidos indicadores que deverão ajudar sobretudo os cuidadores nas suas decisões do dia-a-dia.

### 3.4.1 Arquitetura do EHR

O componente *core* da solução de telemonitorização SmartAL relaciona-se com alguns microsserviços (e.g. Gestor de Questionários, Gestor de Licenças, Gestor de Agendamentos), entre eles o MHR. O novo EHR tomará o lugar deste microsserviço na arquitetura de referência e relacionar-se-á, segundo as normas mais recentes (e.g. HL7/FHIR), tanto com o SmartAL como com repositórios externos (sempre que possível, ou seja, sempre que eles o permitam), como se pode verificar na Figura 4.

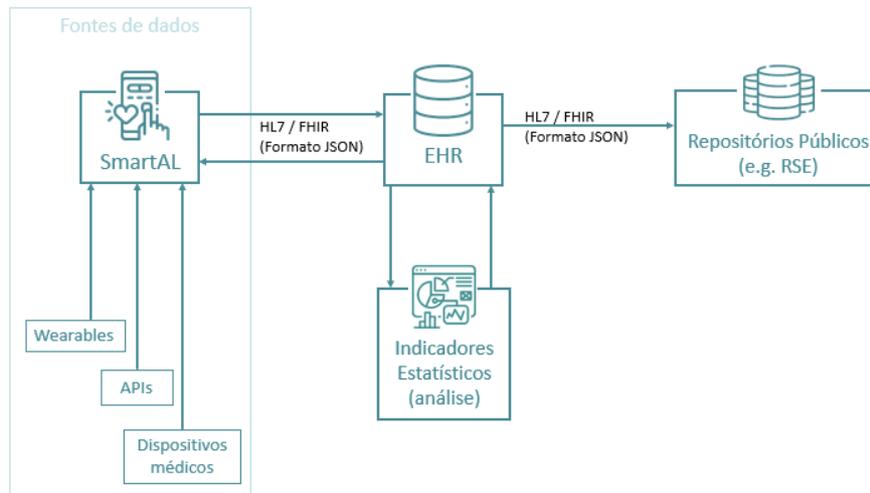


Figura 4: Representação da comunicação entre o SmartAL, EHR e componente de cálculo estatístico e repositórios externos

Para além disso, módulos estatísticos e/ou de AI/ML utilizarão os dados do EHR, sempre que possível anonimizados, para executar operações de processamento sobre os dados *raw* e criar novo conhecimento e informação adicional de relevância, como indicadores, previsões, sugestões e recomendações, tanto para o utente, como de suporte ao diagnóstico para os cuidadores.

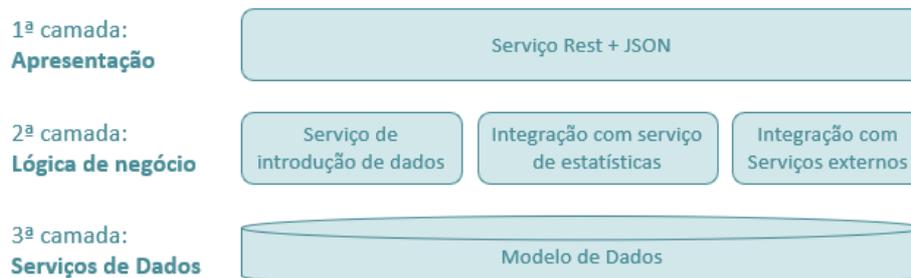


Figura 5: Arquitetura simplificada do EHR

A Figura 5 apresenta a arquitetura de alto nível proposta para o novo EHR, a qual segue um modelo simples de 3 camadas:

- **Apresentação:** Representa a interface REST que será exposta para as aplicações cliente que serão para já o SmartAL, o componente estatístico e eventualmente repositórios externos.

- **Lógica de negócio:** Camada referente ao core do EHR, composta pelo serviço de introdução de dados do SmartAL e a integração com os restantes serviços.
- **Serviços de dados:** É a camada que corresponde ao armazenamento e gestão dos dados. Esta poderá ser executada pelo software de gestão de base de dados, PostgreSQL.

O modelo em camadas permite organizar hierarquicamente cada um dos módulos da arquitetura, fazendo com que cada módulo comunique apenas com os módulos que estão na mesma camada ou nas camadas imediatamente acima e abaixo. Além disso, permite abstrair a implementação de cada módulo, uma vez que a funcionalidade de cada um é acedida somente a partir das interfaces que disponibilizam. Como a aplicação do protocolo FHIR faz parte da camada de comunicação, esta irá incidir mais na camada da apresentação, mas servirá também como guia para as restantes camadas (Bass et al., 2012).

### 3.5 Modelo de dados

A área da saúde, ainda se apresenta com um grande problema que é a ausência de um Sistema de Informação de Saúde (SIS) único. A contínua presença de vários SIS não integrados e construídos com lógicas distintas, conduz a nítidas perdas de eficiência e eficácia. Para apoiar o desenvolvimento de sistemas de informação, um modelo de dados adequado organiza e padroniza todos os elementos e os seus relacionamentos. Como os sistemas possuem bases de dados com diferentes formatos, terminologias e normas, um modelo de dados comum (CDM) é a solução para tornar os vários sistemas compatíveis, uma vez que este especificará um formato e uma estrutura comum, regras de transformação e terminologias comuns na preparação dos dados e interpretação comum entre as fontes de dados (Silva, B., 2020; Garza, M. et al., 2016; Gliklich, R. E. et al., 2019; stringfixer, n.d.).

Esta possível integração de grandes volumes de dados, díspares e provenientes de diversas fontes, usando um CDM, reduz a variabilidade dos dados e facilita a partilha, armazenamento e a melhor análise simultânea das fontes. Além disso, um CDM é flexível e personalizável o suficiente para incorporar nova informação, conforme as necessidades do utilizador ou de um registo específico, mas a sua implementação requer o compromisso e a compressão de vários aspetos importantes, tais como o acordo sobre a estrutura e compatibilidade dos modelos e sobre o processo de extração, transformação e carregamento (ETL), para prevenir a perda de informação, pois esta terá consequências diretas na utilidade e interoperabilidade dos dados (Garza, M. et al., 2016; Gliklich, R. E. et al., 2019).

Nem todos os CDM oferecem o mesmo suporte, para se identificar qual o mais adequado é necessário avaliar e comparar os vários modelos segundo os critérios e objetivos que se pretende atingir e o conjunto de dados em estudo. Um exemplo é o artigo apresentado por *Garza et al.* (2016), que avalia 4 modelos de dados comuns (Sentinel v5.0, PCORnet v3.0, OMOP v5.0 e CDISC SDTM v1), para perceber aquele que mais se adequa à partilha de dados de um EHR longitudinal de registo comunitário, tendo em conta critérios como a integridade, a flexibilidade, a compatibilidade com normas e a facilidade e extensão da implementação, entre outros. Neste caso, o modelo OMOP apresentou o melhor desempenho e resultados na maioria dos critérios de avaliação, destacando-se por se adaptar a um maior número de tipos de dados e pela sua ampla cobertura de terminologias padrão, que exigirá menos configurações, treinos e modificações. O estudo realça o uso dos CDM na partilha e junção de dados de múltiplas fontes, que contribuem para o enriquecimento do conhecimento por parte dos EHR e agilizam o processamento de troca de informação de saúde.

### 3.5.1 Modelo de dados atual

O modelo de dados presente no [anexo I: Modelo de dados atual do MHR](#) descreve como os dados são armazenados no atual MHR ([Medical Health Record da solução SmartAL](#)). O modelo é composto por 28 tabelas que se relacionam entre si, as quais podem ser organizadas em 6 módulos:

- **Utilizadores:** Todos os módulos estão associados a um utilizador, associado a uma aplicação referente a uma instalação do sistema, por exemplo um hospital.
- **Alergias:** Reúne todas as informações sobre uma alergia, como o tipo de alergia, o grau de severidade e a reação, entre outros pormenores.
- **Doenças:** Contém o registo de uma doença associada a um determinado paciente, advém de uma listagem de doenças, organizadas por capítulos e sub-capítulos.
- **Medicamentos:** Define a medicação que é mapeada numa lista de substâncias ativas (DCI - Denominação Comum Internacional) e categorias ATC (*Anatomical Therapeutic Chemical*) que por sua vez mapeiam em medicamentos específicos associados às diversas companhias farmacêuticas.
- **Medidas de saúde:** Permite o registo das medidas de saúde, como a pressão arterial, peso, entre outras. A relação associa medições a um dispositivo e a um paciente. É neste módulo que também se define os intervalos de valores mínimos e máximos que irão despoletar os alertas quando as medições forem inseridas e os ultrapassarem.

- **Atividades físicas:** Apenas possui uma tabela e permite o registo da atividade física por parte dos pacientes. Normalmente, advém de dispositivos *wearables*.

### 3.5.2 Proposta de um novo modelo de dados

Nos dias de hoje, um modelo de dados deve ser aberto e flexível, de forma a suportar mudanças dinâmicas e lidar com novos tipos de dados, atributos e dados temporais que vão surgindo, sem precisar de alterar o esquema físico da base de dados (El-Sappagh, S. H. et al., 2012; Saripalle et al., 2019).

Tendo em conta que o objetivo do projeto é a reestruturação do MHR (*Medical Health Records*) atual e das APIs de acesso e comunicação, o modelo de dados atual irá sofrer alterações. Assim, uma possível proposta para o novo modelo de dados poderá ter por base um dos modelos de dados comuns (CDM) e o protocolo FHIR, pela sua fácil adoção, uso sem restrições e pela capacidade de alcançar interoperabilidade normalizada na troca de dados e integração com repositórios públicos. O FHIR é um padrão dinâmico capaz de aceitar novas mudanças e atualizações, sem pôr em causa ou interromper implementações existentes, para além de facilitar a integração dos dados ao estruturá-los como recursos FHIR e partilhando-os facilmente por meio de tecnologias atuais, como já mencionado no tópico anterior sobre o HL7 FHIR (El-Sappagh, S. H. et al., 2012; Saripalle et al., 2019; Weatherston, n.d.).

Cada recurso representa uma estrutura de dados e é definido por elementos e propriedades opcionais, tais como a identificação única do recurso (identidade ou URL), metadados com a versão e data da última modificação, idioma e um conjunto de regras explícitas. Cada um destes elementos pode ter outros elementos de extensão para informações adicionais. A maioria dos recursos possuem extensões, contêm outros recursos ou as suas referências, e por isso existe um recurso especial '*Bundle*', que agrega os recursos em coleções, interessante quando se pretende enviar recursos numa só iteração (HL7 FHIR, n.d.-n.; B., 2021; Meireles., 2019).

Apesar das suas vantagens, o FHIR não define o modelo de armazenamento de dados, devendo-se recorrer a ferramentas compatíveis com o FHIR, que consigam trabalhar e utilizar os seus recursos, como o caso da API Cloud Healthcare ou FHIRBase (Arani, 2016).

A API Cloud Healthcare possibilita a fácil transmissão de dados padronizados entre aplicações e soluções clínicas desenvolvidas pela Google Cloud. A API disponibiliza um guia sobre o FHIR, onde descreve as várias etapas de como criar e gerir recursos FHIR e como importar e exportar recursos FHIR com o *Cloud Storage*, entre outros tópicos. A implementação FHIR oferece assim, o suporte completo para as várias

versões dos recursos FHIR, disponíveis no armazenamento FHIR que representa o armazenamento de dados na API (GoogleCloud., n.d.-a; GoogleCloud., n.d.-b).

A FHIRBase permite armazenar recursos FHIR numa base de dados relacional de código aberto (PostgreSQL), oferecendo componentes prontos a usar e orientações sobre como armazenar e aceder a dados FHIR, e impulsionar o seu desenvolvimento. Nesta ferramenta, os recursos FHIR são armazenados em duas tabelas que possuem a mesma estrutura, uma tabela representa a versão atual e a outra contém o histórico das versões anteriores do recurso, contando ainda com a existência de um sistema de controlo de versões para efeitos de auditoria. Existe também, uma tabela especial de transações quando se alteram muitos recursos numa transação e/ou quando se armazena meta-informação sobre transações (Fhirbase, 2019; Health Samurai., n.d.).

Além destas questões relacionados com o padrão FHIR, o novo modelo deve ter em conta regulamentos de privacidade e segurança, para garantir a confidencialidade dos dados dos pacientes, distinguir as entidades que vão desde os pacientes aos cuidadores formais, atualizar funcionalidades do sistema, incorporar informações sobre atividades obtidas a partir de dispositivos, tirar partido da associação entre observações, registos, medicação e/ou procedimentos, e garantir a origem e rastreabilidade dos dados, bem como a avaliação da sua qualidade (Liyanage, H., 2018).

### **3.6 Indicadores**

Atualmente, as organizações lidam com cada vez mais elevados volumes de dados, os quais precisam de ser trabalhados em tempo-real, para assim se descobrir informação de maior valor e novas oportunidades. Desta forma, a análise de dados torna-se uma estratégia poderosa a ter em conta pelas organizações. A análise de dados (ou *Data analytics*) é o processo de analisar e transformar dados em informação útil, tendo em conta um propósito específico. Mais concretamente, este processo pode analisar grandes volumes de dados e assumir várias abordagens. Por exemplo, na etapa de tratamento dos dados, pode-se tirar partido de métodos estatísticos, assim como de técnicas de inteligência artificial e algoritmos de ML que resultam na descoberta de nova informação, como padrões, variações e *insights* que poderão servir como indicadores-chave para aprofundar o estudo dos dados (Hoppen & Santos, 2018; Bivona-Tellez, C., 2017; Cortex Intelligence., 2021; DRG Brasil., 2021).

A identificação de 'bons' indicadores potencializa a qualidade da análise de dados e são, portanto, imprescindíveis no suporte à tomada de decisão, especialmente nas organizações de saúde, pois torna-

as mais eficientes e eficazes no controlo e prevenção de doenças, o que torna a assistência médica mais precisa, melhorando o seu desempenho (Cortex Intelligence., 2021; DRG Brasil., 2021).

Como o projeto irá trabalhar com os dados presentes no MHR/EHR, a análise e definição de indicadores é importante para enriquecer os conhecimentos dos cuidadores. Assim sendo, de seguida apresentam-se exemplos de indicadores a ter em conta:

- **Médias, mínimos e máximos com relação temporal**

Estes indicadores são simples e de fácil compreensão, pois permitem observar valores máximos, mínimos e médios de um conjunto de valores ordenados que ocorreram num determinado período de tempo (diário, semanal, quinzenal, mensal, trimestral, semestral ou anual). Por exemplo: 'Top 5 utentes com valores de glicemia, abaixo de 70 mg/dL no último mês' ou 'Média dos 5 melhores valores de pressão arterial, na última semana'.

- **Tendências de crescimento e decrescimento**

Uma medida de tendência é representada por valores contínuos, através de escalas de razão ou de intervalo. Este indicador poderá ser apresentado a partir de um gráfico de linhas, para ser mais fácil de visualizar a evolução ou declínio temporal de um valor sobre uma ou mais medidas de saúde. Neste caso, pretende-se verificar se para cada medida, a tendência está a aumentar ou a diminuir tendo em conta os valores definidos nos limites.

- **Outliers de medidas**

Um outlier é um valor atípico ou discrepante entre um conjunto de dados analisados e que poderá prejudicar cálculos de estatística, ou até mesmo a média dos valores. Por ser um valor que difere bastante dos outros, requer uma avaliação por parte do cuidador para o validar e perceber se é apenas um erro a ser corrigido, como erros de medição e *input*, ou o resultado de uma variação de dados interessante para análise.

- **Alertar falsos valores com base em repetições**

Este indicador pretende identificar falsas medições, através de valores repetidos, ou seja, quando uma medida de saúde apresenta várias vezes consecutivas o mesmo valor, esta deve ser destacada e avaliada pelo cuidador para validar a sua veracidade e perceber a origem do problema e como a pode resolver, pois poderá ser um problema do equipamento, pelo seu mau uso ou algum problema de calibração.

- **Ordenar por gravidade**

É o indicador mais complexo, não existe uma fórmula única, podendo-se destacar os que falharam mais medidas, os mais ou menos cumpridores ou identificar os utentes mais graves tendo em conta a relação de certas medidas, por exemplo. Neste caso, os valores relativos e as percentagens são mais importantes que os valores absolutos, uma vez que permitem realizar comparações e relacionar valores das medidas para avaliar o nível de saúde dos utentes.

## 4. REQUISITOS DO NOVO EHR

Este capítulo apresenta os casos de uso desenvolvidos para auxiliar na reformulação do novo modelo de dados e os requisitos funcionais e não funcionais do novo EHR. Por fim, é justificado a não adoção de um modelo de dados comum para representar os atuais requisitos.

### 4.1 Casos de Uso

Como já referido, ao longo do projeto pretende-se reformular o modelo de dados atual do SmartAL à luz da norma FHIR. Para tal, foram elaborados de forma simples, alguns casos de uso para auxiliarem na identificação dos parâmetros realmente necessários no novo modelo de dados. Considerou-se o que já existe e faz sentido continuar a existir, em termos de entidades e seus atributos e comparou-se com o que a norma HL7 FHIR oferece e poderá melhorar e/ou enriquecer o que deve ser o novo Registo Eletrónico de Saúde (EHR) do SmartAL. Além disso, a parametrização dos casos de uso facilita a especificação da API de acesso ao repositório EHR e a estruturação dos métodos GET (consultar), PUT (alterar), POST (criar), e DELETE (eliminar).

As tabelas foram organizadas em 6 módulos (Utilizador, Alergias ou Intolerâncias, Doenças, Atividade Física, Medidas de saúde e Medicação), identificando-se para cada um deles, casos de uso de registo e consulta dos dados. Não foram identificados casos de uso para atualizar e apagar, pois envolvem os mesmos parâmetros. Portanto, para cada módulo foram desenvolvidos os seguintes casos de uso:

- **Utilizador**

*Tabela 3: Caso de uso "Registo do utente"*

<b>Caso de uso "Registo do utente"</b>	
<b>Ator(es)</b>	Administrativo, Cuidador formal, Utente
<b>Descrição</b>	Os utentes são registados pelo administrativo, responsável por gerir todas as entidades (utentes, cuidadores formais e cuidadores informais). O registo do utente inclui dados relativos a: identificação interna, contactos, informação geográfica e informação pessoal.
<b>Exemplo</b>	A D. Ana Lopes é uma doente que deve ser acompanhada pelo seu cuidador para controlar a sua saúde e bem-estar, pois sofre de diabetes. Para agilizar a situação, o seu cuidador pediu ao administrativo, no dia 27 de Janeiro de 2022, para criar uma conta para a Ana no SmartAL, com a sua devida autorização. Para já apenas forneceu como dados, o seu nome (Ana Lopes), data de nascimento (11-08-1960), número de telefone (987654321) e o contacto de emergência (978123546), que corresponde ao seu

	cuidador informal, o Sr. Emílio. Com estes dados a sua conta ficou registada no sistema, gerando logo uma palavra-passe que será depois mudada pela utente.	
<b>Parâmetros</b>		<b>Exemplo</b>
	pacienteID	Dsc5xzsd6
	Nome de Utilizador	Ana Lopes
	Data de nascimento	11-08-1960
	Contacto	987654321
	Contacto de Emergência	978123546
	Cuidador Formal	Sr. Emílio
	Data de registo no sistema	27-01-2022
<b>Pré-condição</b>	O utente não deve estar registado no sistema.	

Tabela 4: Caso de uso "Associar um limite ao utente"

<b>Caso de uso "Associar um limite ao utente"</b>				
<b>Ator(es)</b>	Cuidador formal, Utente			
<b>Descrição</b>	O SmartAL contém limites pré-definidos com os quais as medições devem ser comparadas para se poder determinar o nível de gravidade (verde, laranja o vermelho) associado. Estes estão definidos genericamente e por isso devem ser personalizados para cada doente. Esta parametrização é da responsabilidade apenas do cuidador formal. Existe um limite para cada tipo de medida de saúde e este é composto por 2, 3 ou 4 valores, dependendo do tipo de medida de saúde. No caso de 4 valores, abaixo do 1º e acima do 4º são consideradas medições críticas (zona a vermelho). Entre o 2º e 3º valor são os valores considerados ok (zona a verde) e os restantes valores são de alerta (zona a laranja).			
<b>Exemplo</b>	Sr. Emílio, cuidador formal da D. Ana Lopes, pretende estabelecer 4 limites para a glicose para poder ser notificado sempre que a medição diária da D. Ana estiver fora dos valores definidos. Para especificar esses valores limite de glicose, o Sr. Emílio, deve procurar na aplicação SmartAL o separador "limites" da página da d. Ana. De seguida, seleciona o botão "inserir um novo limite", escolhe como tipo de medida a glicémia, redefine os novos intervalos de valores para os limites "crítico", "alerta" e "ok" e finaliza a operação submetendo as alterações e guardando os novos valores.			
<b>Parâmetros</b>		<b>Exemplo</b>		
	pacienteID	Dsc5xzsd6		
	cuidadorID	5gfasdw4t		
	Tipo de medida	Glicose		
	Intervalo dos limites	<b>Tipo</b>	<b>Máximo</b>	<b>mínimo</b>
		Perigo	10	-
Alerta		50	10	
Ok		125	50	
Alerta		150	125	
Perigo	-	150		
<b>Pré-condição</b>	O utente e o cuidador formal devem estar registados no sistema.			

- **Alergias ou Intolerâncias**

Tabela 5: Caso de uso "Registo de uma alergia ou intolerância"

<b>Caso de uso "Registo de uma alergia ou intolerância"</b>		
<b>Ator(es)</b>	Cuidador formal, Cuidador informal, Utente	
<b>Descrição</b>	Quando o utente sofre de uma nova alergia, esta é registada no SmartAL pelo seu cuidador formal. As alergias anteriormente reconhecidas pelo mesmo cuidador ou por outro, devem já estar registadas no sistema. Os parâmetros presentes no sistema possuem listas com valores pré-definidos e a pessoa que faz o registo deve apenas seleccionar a opção que melhor define o acontecimento. Uma sugestão de melhoria é integrar a possibilidade de o próprio utente e os seus cuidadores informais poderem também registar alergias, sendo eventualmente necessária a verificação por parte do cuidador formal.	
<b>Exemplo</b>	No dia 20 de Março de 2022, o Sr. António (utente) teve uma alergia ao consumir amendoins, provocando-lhe falta de ar, dificuldade em respirar e um aperto no peito, apresentando-se como uma alergia grave. Mesmo que a alergia esteja controlada, a alergia deve ser registada no SmartAL, por precaução e para ficar no seu perfil para outros cuidadores poderem consultar. A data início e data fim é referente à reacção provocada.	
<b>Parâmetros</b>		<b>Exemplo</b>
	Entidade que registou	Cuidador Formal (ID: g3g27dui3)
	Utente associado (pacienteID)	António (ID: hsw78sb)
	alergiaIntoleranciaID	Afvu482gy4
	Tipo	alergia
	Classificação da reacção adversa	Alergia alimentar
	Alergénico	amendoim
	Reacção adversa	anafilaxia
	Severidade	grave
	Estado	inativo
	Verificação	Confirmada
	Observações	-
	Data início da reacção	20-03-2022
	Data fim da reacção	20-03-2022
Data de registo no sistema	21-03-2022	
<b>Pré-condição</b>	O utente e o cuidador formal devem estar registados no sistema.	

Tabela 6: Caso de uso “Consultar todas as alergias ou intolerância associadas ao utente”

Caso de uso “Consultar todas as alergias ou intolerância associadas ao utente”		
<b>Ator(es)</b>	Cuidador formal, Cuidador informal, Utente	
<b>Descrição</b>	Após as alergias serem registadas, estas aparecem no SmartAL em listagem, a qual pode ser consultada apenas pelos cuidadores formais associados ao utente. Uma sugestão de melhoria é dar a possibilidade ao utente e aos cuidadores informais também poderem consultar estes dados.	
<b>Exemplo</b>	O cuidador do António (utente), quer-lhe administrar uma medicação, mas antes deve verificar se o mesmo tem algum tipo de alergia a alguma substância presente na medicação. Ao abrir o perfil do utente, aparece-lhe logo a listagem com todas as alergias verificadas. Identificando-se apenas a classificação da reação adversa e o alergénico, deve-se poder consultar uma opção à frente de cada alergia para verificar detalhes mais específicos sobre a mesma.	
<b>Parâmetros</b>	<b>Parâmetros de pesquisa:</b>	
		<b>Exemplo</b>
	Utente associado (pacienteID)	António (ID: hsw78sb)
	Tipo	Alergias e Intolerâncias
	<b>Parâmetros de retorno:</b>	
		<b>Exemplo</b>
	Utente associado (pacienteID)	António (ID: hsw78sb) ...
	Tipo	alergia ...
	Classificação da reação adversa	Alergia alimentar ...
	Alergénico	amendoim ...
<b>Pré-condição</b>	O utente e o cuidador formal devem estar registados no sistema.	

Tabela 7: Caso de uso “Consultar detalhes de uma alergia ou intolerância pelo ID”

Caso de uso “Consultar detalhes de uma alergia ou intolerância pelo ID”	
<b>Ator(es)</b>	Cuidador formal, Cuidador informal, Utente
<b>Descrição</b>	Como as alergias possuem vários parâmetros, na listagem principal aparece apenas o nome da alergia e quando se seleciona para ver mais detalhes sobre uma alergia em específico, aparecem os restantes dados que foram inseridos no seu registo. Mais uma vez, este nível de detalhe só pode ser verificado pelos seus cuidadores. Uma sugestão de melhoria é dar ao utente e aos seus cuidadores informais também a possibilidade de poderem consultar estes dados.
<b>Exemplo</b>	O cuidador do António quer verificar quando foi a última vez que o seu utente teve uma reação alérgica a amendoins. Para tal, acedeu à listagem de todas as alergias e no tipo de alergia que correspondia a “Alergia alimentar- amendoins”, selecionou a opção de ver mais detalhes, verificando que no meio das informações fornecidas pelo SmartAL (que corresponde aos dados de retorno dos parâmetros indicados abaixo), aparecia a data de início e a data de fim da reação alérgica.

<b>Parâmetros</b>	<b>Parâmetros de pesquisa:</b>	
		<b>Exemplo</b>
	Utente associado (pacienteID)	António (ID: hsw78sb)
	alergiaIntoleranciaID	Afvu482gy4
	<b>Parâmetros de retorno:</b>	
		<b>Exemplo</b>
	Entidade que registou	Cuidador formal (ID: g3g27dui3)
	Utente associado (pacienteID)	António (ID: hsw78sb)
	alergiaIntoleranciaID	Afvu482gy4
	Tipo	alergia
	Classificação da reação adversa	Alergia alimentar
	Alergénico	amendoim
	Reação adversa	anafilaxia
	Severidade	grave
	Estado	inativo
	Verificação	confirmado
	Observações	-
	Data início da reação	20-03-2022
	Data fim da reação	20-03-2022
Data de registo no sistema	21-03-2022	
<b>Pré-condição</b>	O utente e o cuidador formal devem estar registados no sistema.	

- **Doenças**

*Tabela 8: Caso de uso "Registo de uma doença"*

<b>Caso de uso "Registo de uma doença"</b>	
<b>Ator(es)</b>	Cuidador formal, Utente
<b>Descrição</b>	É possível registar as atuais doenças ou até mesmo eventuais doenças que entraram em remissão ou já foram resolvidas, apenas para estarem presentes no histórico do doente. As doenças são registadas pelos cuidadores formais. Os parâmetros presentes no sistema possuem listas com valores pré-definidos e a pessoa que faz o registo apenas deve selecionar a opção que melhor define o acontecimento.
<b>Exemplo</b>	No dia 8 de Junho de 2019, a D. Beatriz começou a sentir dores no joelho o que lhe dificultava o movimento. Como a região estava um pouco inchada decidiu ir ao consultório médico, onde lhe foi diagnosticada uma tendinite. Sendo logo registado no SmartAL pelo próprio médico.

<b>Parâmetros</b>		<b>Exemplo</b>
	Entidade que registou	Cuidador Formal (Médico) (ID: hskd34fx)
	Utente associado (pacienteID)	Beatriz (ID: shw7ra)
	doençaID	Qwer875rty88
	Nome da doença	tendinite
	Tipo (crónica ou não)	Não
	Severidade	Ligeiro
	Observações	Repousar e evitar movimentos do local afetado
	Data de diagnóstico	8/6/2019
	Data fim	-
	Data de registo no sistema	8/6/2019
<b>Pré-condição</b>	O utente e o cuidador formal devem estar registados no sistema.	

Tabela 9: Caso de uso “Consultar detalhes de uma doença pelo ID”

<b>Caso de uso “Consultar detalhes de uma doença pelo ID”</b>		
<b>Ator(es)</b>	Cuidador formal, Cuidador informal, Utente	
<b>Descrição</b>	Todas as doenças registadas e que ainda estão “ativas” sobre um determinado utente, apenas aparecem na interface do seu cuidador formal, em formato de listagem com a identificação do nome da doença e uma opção para verificar mais detalhes sobre a mesma. Uma sugestão de melhoria é dar ao utente e aos seus cuidadores informais a possibilidade de poderem também consultar estes dados.	
<b>Exemplo</b>	Após nova consulta com a sua doente Beatriz, o cuidador ficou na dúvida relativamente à informação registada sobre a tendinite. Para verificar tal dado, acedeu à listagem das doenças e selecionou a opção “ver mais detalhes” que correspondia à doença “tendinite”, onde lhe apareceu a informação que procurava nas observações.	
<b>Parâmetros</b>	<b>Parâmetros de pesquisa:</b>	
		<b>Exemplo</b>
	Utente associado (pacienteID)	Beatriz (ID: shw7ra)
	doençaID	Qwer875rty88
	<b>Parâmetros de retorno:</b>	
		<b>Exemplo</b>
	Entidade que registou	Cuidador Formal (Médico) (ID: hskd34fx)
	Utente associado (pacienteID)	Beatriz (ID: shw7ra)
	doençaID	Qwer875rty88
	Nome da doença	tendinite
	Tipo (crónica ou não)	Não
	Severidade	Ligeiro
	Observações	Repousar e evitar movimentos do local afetado

	Data de diagnóstico	8/6/2019
	Data fim	-
	Data de registo no sistema	8/6/2019
<b>Pré-condição</b>	O utente e o cuidador formal devem estar registados no sistema.	

Tabela 10: Caso de uso “Consultar todas as doenças associado a um utente”

<b>Caso de uso “Consultar todas as doenças associado a um utente”</b>		
<b>Ator(es)</b>	Cuidador formal, Cuidador informal, Utente	
<b>Descrição</b>	É possível verificar a listagem das doenças já identificadas num determinado utente, quer estas estejam ainda ativas, tenham sido resolvidas ou entrado em remissão. Para uma melhor visualização da informação, uma sugestão de melhoria é adicionar a procura por data ou intervalo temporal, como por exemplo “último ano” ou “última semana” e poder filtrar pelo tipo de doença.	
<b>Exemplo</b>	O cuidador quer verificar todas as doenças associadas à sua doente Beatriz. Para tal, ele acede ao perfil da utente e em “criar relatórios”, seleciona a opção “doenças”, da qual resultará numa listagem com todos os dados (que correspondem aos dados dos parâmetros de retorno indicados abaixo) das doenças verificadas na Beatriz.	
<b>Parâmetros</b>	<b>Parâmetros de pesquisa:</b>	
		<b>Exemplo</b>
	Utente associado (pacienteID)	Beatriz (ID: shw7ra)
	Tipo	Doenças
	<b>Parâmetros de retorno:</b>	
		<b>Exemplo</b>
	Entidade que registou	Cuidador Formal (Médico) (ID: hskd34fx) ...
	Utente associado (pacienteID)	Beatriz (ID: shw7ra) ...
	Nome da doença	tendinite
	doençaID	Qwer875rty88
	Tipo (crónica ou não)	Não ...
	Severidade	Ligeiro
	Observações	Repousar e evitar movimentos do local afetado ...
	Data de diagnóstico	8/6/2019 ...
	Data fim	22/8/2019 ...
Data de registo no sistema	8/6/2019 ...	
<b>Pré-condição</b>	O utente e o cuidador formal devem estar registados no sistema.	

- **Atividade Física**

Tabela 11: Caso de uso “Registo de uma atividade física”

<b>Caso de uso “Registo de uma atividade física”</b>		
<b>Ator(es)</b>	Cuidador formal, Cuidador informal, Utente	
<b>Descrição</b>	Qualquer tipo de atividade física realizada por um utente pode ser registado pelo mesmo ou por um dos seus cuidadores. Este tipo de registo é simples, serve apenas para verificar se a pessoa fez algum esforço durante o dia. No sistema, os parâmetros (tipo de exercício e as datas) possuem listas de valores pré-definidos e a pessoa que faz o registo apenas deve selecionar a opção que melhor define o acontecimento.	
<b>Exemplo</b>	O cuidador do Sr. Valentim (o utente), sugeriu que este fizesse uma caminhada todos os dias para o mesmo se movimentar e prevenir doenças cardiovasculares. Hoje, no dia 23 de Janeiro de 2022, o Sr. Valentim fez uma caminhada de 30 minutos, registando-a no sistema com os seguintes parâmetros:	
<b>Parâmetros</b>	<b>Exemplo</b>	
	atividadeID	85dbrbr85
	Entidade que registou	Utente (ID: oii90ji09)
	Utente associado (pacienteID)	Valentim (ID: oii90ji09)
	Tipo de exercício	Caminhada
	Observações	-
	Data/hora início	23/1/2022 15h
	Data/hora fim	23/1/2022 15h30m
	Data de registo no sistema	23/1/2022
<b>Pré-condição</b>	O utente e o cuidador formal devem estar registados no sistema.	

Tabela 12: Caso de uso “Consultar todas as atividades físicas registadas pelo paciente no último mês”

<b>Caso de uso “Consultar todas as atividades físicas registadas pelo paciente no último mês”</b>	
<b>Ator(es)</b>	Cuidador formal, Cuidador informal, Utente
<b>Descrição</b>	É possível verificar a lista de todas as atividades físicas já realizadas por um utente e que foram registadas no SmartAL, podendo-se filtrar os dados por intervalo de datas ou por período temporal, como por exemplo “último ano” ou “última semana”.
<b>Exemplo</b>	O Valentim quer verificar como se encontra a sua lista de atividades físicas no último mês. Para tal, acede ao seu perfil e em “criar relatórios”, seleciona a opção “atividades físicas”. No período escolhe a opção “último mês”, da qual resultará numa listagem com todos os dados de todas as atividades físicas por si realizadas.

<b>Parâmetros</b>	<b>Parâmetros de pesquisa:</b>		
		<b>Exemplo</b>	
	Utente associado (pacienteID)	Valentim (ID: oii90ji09)	
	Tipo	Atividade Física	
	Periodo	Último mês	
	<b>Parâmetros de retorno:</b>		
		<b>Exemplo</b>	
	atividadeID	85dbrbr85	
	Entidade que registou	Utente (ID: oii90ji09)	...
	Utente associado (pacienteID)	Valentim (ID: oii90ji09)	...
	Tipo de exercício	caminhada	...
	Observações	-	...
	Data/hora início	23/1/2022 15h	...
	Data/hora fim	23/1/2022 15h30m	...
Data de registo no sistema	23/1/2022	...	
<b>Pré-condição</b>	O utente e o cuidador formal devem estar registados no sistema.		

- **Medidas de saúde**

*Tabela 13: Caso de uso “Registo de uma medida de saúde”*

<b>Caso de uso “Registo de uma medida de saúde”</b>	
<b>Ator(es)</b>	Cuidador formal, Cuidador informal, Utente
<b>Descrição</b>	Para avaliar o estado de saúde de um doente, o registo de medições de saúde pode acontecer diariamente ou até mais do que uma vez por dia. Existem vários tipos de medições e o seu registo pode ser realizado de forma manual ou automática, através de dispositivos médicos. Este procedimento pode ser efetuado pelo próprio doente ou por um dos seus cuidadores formais ou informais. No sistema, o parâmetro sobre o tipo de medida apresenta-se uma lista de valores pré-definidos e a pessoa que faz o registo apenas deve selecionar a opção que corresponde à medida pretendida e de seguida inserir os valores medidos.
<b>Exemplo</b>	Uma vez por semana, a D. Rute tem de medir a sua tensão arterial para controlar o seu bem-estar. No dia 1 de Abril de 2022, mediu a sua tensão arterial através de um aparelho clínico, o qual indicou valores de 122/73 mmHg. Após leitura dos valores, a D. Rute registou-os manualmente na aplicação.

<b>Parâmetros</b>		<b>Exemplo</b>						
	medidaID	Cbdk5564swh						
	Entidade que registou	Utente (ID:4576aniy)						
	Utente associado (pacienteID)	Rute (ID:4576aniy)						
	Tipo de medida	Tensão Arterial						
	Valor	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nome</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>sistólica</td> <td>122</td> </tr> <tr> <td>diastólica</td> <td>73</td> </tr> </tbody> </table>	Nome	Valor	sistólica	122	diastólica	73
	Nome	Valor						
	sistólica	122						
	diastólica	73						
	unidades	mmHg						
	data de registo no sistema	1/4/2022						
Observações/notas	-							
Manual	Sim							
Dispositivo	Não							
<b>Pré-condição</b>	O utente, o cuidador formal e o cuidador informal devem estar registados no sistema.							

Tabela 14: Caso de uso “Consultar as últimas 10 medições da glicose na última semana”

<b>Caso de uso “Consultar as últimas 10 medições da glicose na última semana”</b>													
<b>Ator(es)</b>	Cuidador formal, Cuidador informal, Utente												
<b>Descrição</b>	Após registadas, as medições de saúde apenas podem ser consultadas pelos utilizadores autorizados no sistema (utente e cuidadores). O SmartAL exibe um <i>dashboard</i> que apresenta o resumo dos valores atualizados de todos os tipos de medidas. Quando se pretende consultar o histórico dos valores de uma medida de saúde em específico, assim como os seus detalhes, deve-se aceder ao separador “Dados de saúde” e selecionar qual o tipo de medida que se pretende analisar. Pode-se indicar o número de medições a visualizar e selecionar um período já definido ou definir um período para aplicar os filtros.												
<b>Exemplo</b>	Para consultar os valores de glicose, a D. Ana acedeu, a partir da sua conta no SmartAL, ao separador “dados de saúde” e selecionou a opção “glicose”, para apenas ver os valores que correspondem a esta medida de saúde. De seguida, selecionou na opção relativa ao número de medições “últimas 10 medições” e no período “última semana”. Resultou uma tabela parecida à apresentada de seguida nos parâmetros de retorno.												
<b>Parâmetros</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"><b>Parâmetros de pesquisa:</b></th> </tr> <tr> <th></th> <th><b>Exemplo</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Utente associado (pacienteID)</td> <td>Ana (ID: n97q2nb89)</td> </tr> <tr> <td>Tipo</td> <td>Glicose</td> </tr> <tr> <td>Número de Medições</td> <td>Últimas 10 medições</td> </tr> <tr> <td>Período</td> <td>última semana</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Parâmetros de pesquisa:</b>			<b>Exemplo</b>	Utente associado (pacienteID)	Ana (ID: n97q2nb89)	Tipo	Glicose	Número de Medições	Últimas 10 medições	Período	última semana
<b>Parâmetros de pesquisa:</b>													
	<b>Exemplo</b>												
Utente associado (pacienteID)	Ana (ID: n97q2nb89)												
Tipo	Glicose												
Número de Medições	Últimas 10 medições												
Período	última semana												

<b>Parâmetros de retorno:</b>			
		<b>Exemplo</b>	
medidaID	Sakacbk856cdsjk		
Entidade que registou	Utente (ID: n97q2nb89)	...	
Utente associado (pacienteID)	Ana (ID: n97q2nb89)	...	
Tipo de medida	Glicose	...	
Valor	75	...	
unidades	mg/dL	...	
data de registo no sistema	1/4/2022	...	
Observações/notas	-	...	
Manual	Sim	...	
Dispositivo	Não	...	
Intervalo dos limites	<b>Tipo</b>	<b>Máximo</b>	<b>mínimo</b>
	Perigo	10	-
	Alerta	50	10
	Ok	125	50
	Alerta	150	125
	Perigo	-	150
...			
<b>Pré-condição</b>	O utente, o cuidador formal e o cuidador informal devem estar registados no sistema.		

Tabela 15: Caso de uso “Registo de uma medida com valores discrepantes (fora dos limites estabelecidos)”

<b>Caso de uso “Registo de uma medida com valores discrepantes (fora dos limites estabelecidos)”</b>			
<b>Ator(es)</b>	Cuidador formal, Cuidador informal, Utente		
<b>Descrição</b>	As medidas de saúde têm limites associados, podendo estes serem genéricos para homens ou mulheres ou especificados para cada utente. A definição de limites ajuda no controlo das medições, avisando o cuidador sempre que os valores não correspondam aos ditos normais (“ok” – zona verde).		
<b>Exemplo</b>	No dia 2 de Abril de 2022, a utente Ana registou um valor de glicose que assim que entrou no sistema lançou um alarme vermelho, pois o valor registado encontrava-se na zona crítica relativamente ao limite pré-definido pelo seu cuidador. Como é um valor fora do comum e que se encontra na zona de perigo, o cuidador terá agora de conversar com a sua doente para perceber as possíveis razões e assegurar que fica tudo bem com ela.		
<b>Parâmetros</b>			
		<b>Exemplo</b>	
medidaID	Sakhkk56sdsaj		
Entidade que registou	Utente (ID: n97q2nb89)	...	
Utente associado (pacienteID)	Ana (ID: n97q2nb89)	...	
Tipo de medida	Glicose	...	

	Valor	191	...																	
	unidades	mg/dL	...																	
	data de registo no sistema	2/4/2022	...																	
	Observações/notas	-	...																	
	Manual	Sim	...																	
	Dispositivo	Não	...																	
	Intervalo dos limites	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>Máximo</th> <th>mínimo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Perigo</td> <td>10</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Alerta</td> <td>50</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Ok</td> <td>125</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Alerta</td> <td>150</td> <td>125</td> </tr> <tr> <td>Perigo</td> <td>-</td> <td>150</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo	Máximo	mínimo	Perigo	10	-	Alerta	50	10	Ok	125	50	Alerta	150	125	Perigo	-	150
Tipo	Máximo	mínimo																		
Perigo	10	-																		
Alerta	50	10																		
Ok	125	50																		
Alerta	150	125																		
Perigo	-	150																		
<b>Pré-condição</b>	O utente, o cuidador formal e o cuidador informal devem estar registados no sistema.																			

- **Medicação**

Tabela 16: Caso de uso "Registo de uma prescrição"

<b>Caso de uso "Registo de uma prescrição"</b>																			
<b>Ator(es)</b>	Cuidador formal, Utente																		
<b>Descrição</b>	A prescrição de uma medicação é efetuada pelo cuidador formal e é neste registo que se detalha as orientações que o utente ou um dos seus cuidadores deve seguir na administração da mesma. No sistema, os parâmetros possuem listas com valores pré-definidos e a pessoa que faz o registo apenas deve selecionar a opção que melhor corresponde à situação.																		
<b>Exemplo</b>	No dia 5 de Janeiro de 2022, o Sr. José teve uma consulta com o seu cuidador formal, pois andava a sentir muita comichão, vermelhidão nos olhos e a espirrar muito. Pelo que o Sr. José foi relatando, o seu cuidador considerou que fosse uma alergia, receitando-lhe um anti-histamínico, o loratadina farmalavi 10 mg, uma solução oral que deve tomar apenas uma vez por dia, durante todos os próximos 3 a 5 dias. A validade da prescrição vai de 5 de janeiro de 2022 até dia 10 de janeiro de 2022.																		
<b>Parâmetros</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th><b>Exemplo</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>prescriçãoID</td> <td>Asdfghj518jk</td> </tr> <tr> <td>Entidade que registou</td> <td>Cuidador formal (ID: su82jhs76)</td> </tr> <tr> <td>Utente associado (pacienteID)</td> <td>José (ID: 7gs87gwh)</td> </tr> <tr> <td>Nome do medicamento</td> <td>loratadina farmalavi</td> </tr> <tr> <td>Quantidade/dose</td> <td>10mg</td> </tr> <tr> <td>Tipo de toma</td> <td>Oral</td> </tr> <tr> <td>Frequência diária</td> <td>1 por dia</td> </tr> <tr> <td>Recorrência</td> <td>diariamente</td> </tr> </tbody> </table>		<b>Exemplo</b>	prescriçãoID	Asdfghj518jk	Entidade que registou	Cuidador formal (ID: su82jhs76)	Utente associado (pacienteID)	José (ID: 7gs87gwh)	Nome do medicamento	loratadina farmalavi	Quantidade/dose	10mg	Tipo de toma	Oral	Frequência diária	1 por dia	Recorrência	diariamente
	<b>Exemplo</b>																		
prescriçãoID	Asdfghj518jk																		
Entidade que registou	Cuidador formal (ID: su82jhs76)																		
Utente associado (pacienteID)	José (ID: 7gs87gwh)																		
Nome do medicamento	loratadina farmalavi																		
Quantidade/dose	10mg																		
Tipo de toma	Oral																		
Frequência diária	1 por dia																		
Recorrência	diariamente																		

	Duração/ temporária	De 3 a 5 dias
	Observações	Medicação para tratar as alergias
	Data início da prescrição	5/01/2022
	Data fim da prescrição	10/01/2022
	Data de registo no sistema	5/1/2022
<b>Pré-condição</b>	O utente e o cuidador formal devem estar registados no sistema.	

Tabela 17: Caso de uso “Registo da toma de uma medicação”

<b>Caso de uso “Registo da toma de uma medicação”</b>		
<b>Ator(es)</b>	Cuidador formal, Cuidador informal, Utente	
<b>Descrição</b>	Quando o utente toma uma medicação decorrente de uma prescrição ou por automedicação, deve registá-la no SmartAL para que os seus cuidadores tenham a possibilidade de a consultar em qualquer altura e considerá-la no tratamento ou programa de acompanhamento clínico. Portanto, uma sugestão é a possibilidade de o utente ou um dos seus cuidadores poder registar a toma de uma medicação. No sistema, os parâmetros possuem listas com valores pré-definidos e a pessoa que faz o registo apenas deve seleccionar a opção que melhor corresponde à situação.	
<b>Exemplo</b>	No dia 4 de Abril de 2021, a D. Maria estava a sentir muitas dores de cabeça e decidiu tomar um ben-U-ron para aliviar as dores, às 11h 24 min. Após a toma, registou no sistema a informação.	
<b>Parâmetros</b>		<b>Exemplo</b>
	tomaID	Fckhu4516fjvj
	Entidade que registou	Utente (ID: usbbd57c3)
	Utente associado (pacienteID)	Maria (ID: usbbd57c3)
	Nome do medicamento	ben-U-ron
	Quantidade/dose	1 comprimido
	Tipo de toma	oral
	Observações	Estava a sentir muitas dores de cabeça
	Natureza	automedicação
	Data da toma	4/4/2021 11:24
	Data de registo no sistema	4/4/2021
<b>Pré-condição</b>	O utente e o cuidador formal devem estar registados no sistema.	

Tabela 18: Caso de uso “Consultar todas as medicações tomadas hoje”

<b>Caso de uso “Consultar todas as medicações tomadas hoje”</b>																									
<b>Ator(es)</b>	Cuidador formal, Cuidador informal, Utente																								
<b>Descrição</b>	Toda a medicação administrada ao utente é guardada no sistema, sendo depois possível filtrar esta informação pela entidade que a registou, data de toma, nome do medicamento e a natureza da tarefa.																								
<b>Exemplo</b>	O cuidador quis verificar se a D. Maria tomou alguma medicação hoje, dia 4 de Abril de 2022. Portanto, abriu a aplicação SmartAL e no separador “histórico de tarefas” filtrou apenas a categoria “medicação” e seleccionou como período “hoje”, verificando a toma de uma automedicação, como se pode observar no exemplo seguinte de parâmetros.																								
<b>Parâmetros</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"><b>Parâmetros de pesquisa:</b></th> </tr> <tr> <th></th> <th><b>Exemplo</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Utente associado</td> <td>Maria (ID: usbbd57c3)</td> </tr> <tr> <td>Categoria</td> <td>Medicação</td> </tr> <tr> <td>Período</td> <td>Hoje</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Parâmetros de pesquisa:</b>			<b>Exemplo</b>	Utente associado	Maria (ID: usbbd57c3)	Categoria	Medicação	Período	Hoje														
	<b>Parâmetros de pesquisa:</b>																								
		<b>Exemplo</b>																							
	Utente associado	Maria (ID: usbbd57c3)																							
	Categoria	Medicação																							
	Período	Hoje																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2"><b>Parâmetros de retorno:</b></th> </tr> <tr> <th></th> <th><b>Exemplo</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>tomaID</td> <td>Fckhu4516fjvj</td> </tr> <tr> <td>Entidade que registou</td> <td>Utente (ID: usbbd57c3)</td> </tr> <tr> <td>Utente associado (pacienteID)</td> <td>Maria (ID: usbbd57c3)</td> </tr> <tr> <td>Nome do medicamento</td> <td>ben-U-ron</td> </tr> <tr> <td>Quantidade/dose</td> <td>1 comprimido</td> </tr> <tr> <td>Tipo de toma</td> <td>oral</td> </tr> <tr> <td>Observações</td> <td>Tomei esta medicação porque estava a sentir muitas dores de cabeça</td> </tr> <tr> <td>Natureza</td> <td>automedicação</td> </tr> <tr> <td>Data da toma</td> <td>4/4/2021 11:24</td> </tr> <tr> <td>Data de registo no sistema</td> <td>4/4/2021</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Parâmetros de retorno:</b>			<b>Exemplo</b>	tomaID	Fckhu4516fjvj	Entidade que registou	Utente (ID: usbbd57c3)	Utente associado (pacienteID)	Maria (ID: usbbd57c3)	Nome do medicamento	ben-U-ron	Quantidade/dose	1 comprimido	Tipo de toma	oral	Observações	Tomei esta medicação porque estava a sentir muitas dores de cabeça	Natureza	automedicação	Data da toma	4/4/2021 11:24	Data de registo no sistema	4/4/2021
	<b>Parâmetros de retorno:</b>																								
		<b>Exemplo</b>																							
	tomaID	Fckhu4516fjvj																							
	Entidade que registou	Utente (ID: usbbd57c3)																							
	Utente associado (pacienteID)	Maria (ID: usbbd57c3)																							
	Nome do medicamento	ben-U-ron																							
	Quantidade/dose	1 comprimido																							
	Tipo de toma	oral																							
Observações	Tomei esta medicação porque estava a sentir muitas dores de cabeça																								
Natureza	automedicação																								
Data da toma	4/4/2021 11:24																								
Data de registo no sistema	4/4/2021																								
<b>Pré-condição</b>	O utente e o cuidador formal devem estar registados no sistema.																								

## 4.2 Requisitos Funcionais e não funcionais

Os requisitos definem o que um sistema de software é capaz de fazer referente às suas funcionalidades (requisitos funcionais) e/ou restrições no seu desenvolvimento (requisitos não funcionais). Estes estão presentes ao longo do ciclo de vida de um sistema de software, sendo responsáveis pelo seu sucesso (Valente, 2020; Canguçu, 2021).

#### 4.2.1 Requisitos Funcionais

Os requisitos funcionais determinam o comportamento do sistema e já foram mencionados no ponto [2.6.1. Funcionalidades](#) no [contexto do SmartAL](#), destacando-se os seguintes no novo EHR:

- Gestão da entidade utente e seus dados pessoais;
- Associação dos utentes aos cuidadores, limites e dispositivos;
- Gestão das doenças, alergias, medicações, atividades físicas e medidas de saúde do utente
- Gestão de dispositivos, alertas de saúde e intervalo dos limites;
- Registo de medidas de saúde, de forma automática ou manual;
- Disponibilização de indicadores e relatórios;
- Acesso ao histórico das medidas de saúde, alergias, doenças, atividades físicas e à prescrição e toma de medicamentos, planos e tarefas.

#### 4.2.2 Requisitos Não Funcionais

Os requisitos não funcionais, por vezes denominados como atributos de qualidade, especificam características gerais sobre a qualidade do serviço oferecido pelo sistema, por exemplo:

- O sistema pertence de preferência ao portfólio MEO;
- O sistema deverá ser compatível com a norma HL7 FHIR;
- Pode comunicar com serviços independentes externos e microsserviços;
- Interfaces gráficas devem ser multilingue (português, inglês, francês e espanhol);
- Deve ser multiplataforma (pelo menos web/portal e movél (Android e iOS));
- Integrável com dispositivos médicos e de bem-estar (*smart bands* e *smartwatches*) por Bluetooth ou API;
- Disponibilização de mecanismos de diagnóstico no caso de falhas;
- Armazenamento temporário na “*gateway*”, em memória “*cache*” de tamanho configurável, dos sinais vitais no caso de perda de ligação à Internet, para posterior envio;
- Cumprimento das regras e procedimentos gerais para o processamento de dados pessoais, nomeadamente o Regulamento (UE) 2016/679 do Parlamento Europeu e o do Conselho de 27 de abril de 2016 (RGPD), e a respetiva Lei de Execução na ordem jurídica nacional (Lei 58/2019, de 8 de agosto).

### 4.3 Modelo de dados comum representativo dos requisitos

Uma vez que o projeto tem como principal foco a adaptação do EHR à norma HL7 FHIR, o modelo de dados atual irá sofrer alterações significativas. No entanto, apesar das vantagens que um modelo de dados comum e normalizado confere aos sistemas de saúde, este não será implementado no âmbito deste projeto, por falta de tempo. Será “apenas” feita a reestruturação principal do modelo atual de acordo com a norma, o que já em si é um trabalho extenso e minucioso. De qualquer forma, tendo em conta os graus de liberdade que a própria norma confere, um modelo, seja ele qual for, só seria globalmente vantajoso se todos os sistemas de telemonitorização adotassem a mesma forma de codificar e armazenar dados, assim seria possível partilhá-los e visualizá-los por todas as bases de dados de forma simplificada e unificada.

Ainda assim, após uma análise sobre o tema, verificou-se que vários artigos, tal como o artigo de *Garza et al.* (2016) apresentado no ponto [3.5. Modelo de dados](#), destacam o modelo de dados comum OMOP, o qual poderia ser uma escolha interessante para este projeto, apesar da sua implementação de suporte à terminologia clínica ser limitada, quando comparada com a do FHIR. Alguns termos causam mesmo alguma confusão entre os dois modelos. Assim, em 2021, o organismo de normalização HL7 e a organização responsável pelo modelo de dados comum OMOP, a *Observational Health Data Sciences and Informatics* (OHDSI), comunicaram que pretendem unir os seus recursos (a interoperabilidade do FHIR e o modelo de dados comum OMOP) para criarem um modelo de dados comum, e assim extrair e compartilhar os dados numa estrutura única e consistente, para evitar desperdício de informação. De acordo com o artigo de *Raths* (2021), o diretor do centro coordenador da OHDSI destaca que esta é uma parceria que pretende acelerar o desenvolvimento de tratamentos eficazes e seguros no combate às atuais doenças da população. *Charles Jaffe*, CEO da *HL7 International*, acrescenta que a recente pandemia evidenciou a importância da partilha global dos dados de saúde, assim como os resultados dos estudos de investigação associados (Raths, 2021; Lawley, et al., 2021).

## 5. ARQUITETURA DO NOVO EHR

A nova arquitetura do EHR (ou MHR - nome atualmente dado ao repositório de informação clínica no SmartAL) é apresentada num modelo em camadas, tal como o ilustrado na figura 6. O modelo é composto por três camadas independentes, cada uma com a sua respetiva função e responsabilidade, o que possibilita que a manutenção ou qualquer tipo de alteração numa camada afete o mínimo possível as restantes. A sua organização modular e hierárquica permite que cada camada comunique com a camada imediatamente acima ou abaixo da sua, implicando que as camadas de apresentação e de serviços de dados não comuniquem entre si diretamente (Bass et al., 2012; Mark, 2015).

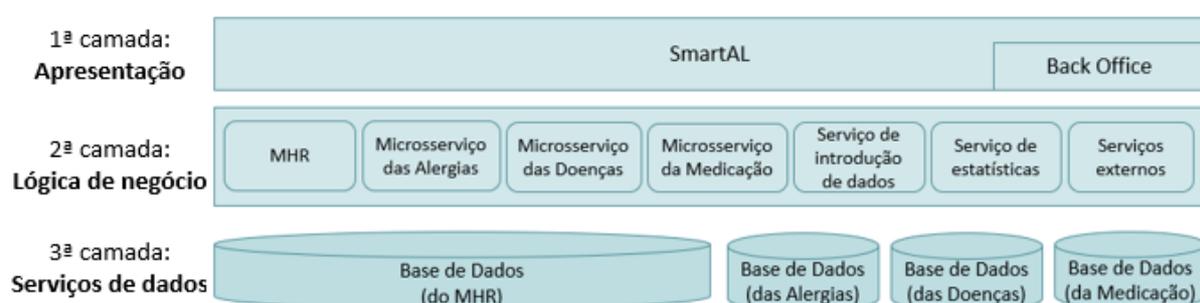


Figura 6: Modelo em camadas do EHR/MHR

### Camada de Apresentação

A camada de apresentação representa a interface SmartAL que é baseada em serviços web RESTful + JSON (com suporte FHIR) e é responsável pela interação entre o utilizador (ou sistema externo) e a aplicação.

Um serviço web RESTful é um serviço web que segue o padrão REST. Os serviços web permitem a interoperabilidade entre vários sistemas, os quais podem ser implementados através de padrões SOAP (*Simple Object Access Protocol*) ou através dos princípios arquiteturais REST (*Representational State Transfer*). Para o novo EHR/MHR, optou-se por seguir a topologia API RESTful, pois para além de o FHIR seguir essa especificação, apresenta vantagens na sua fácil adoção, flexibilidade e escalabilidade, assim como na simples, rápida e eficiente comunicação com outras aplicações (Massé, 2012; Ferreira, W. O., & de Oliveira Knop, I., 2017; Pais, 2019).

Seguindo a arquitetura REST, os serviços RESTful consideram tudo como recursos, manipulando-os através de métodos presentes no protocolo HTTP (GET para ler, POST para criar, PUT para alterar e DELETE para apagar), úteis para quem expõe serviços pequenos e independentes por meio de APIs. Os dados relativos aos recursos podem ser representados em JSON ou XML. Neste projeto, usa-se o JSON por apresentar uma sintaxe mais simples e fácil de analisar, escrever e manipular, para além de ser

suportado pelas *frameworks* de *JavaScript* e *Typescript*, assim como pela maioria das tecnologias de *backend* (Massé, 2012; Ferreira, W. O., & de Oliveira Knop, I., 2017; Pais, 2019).

Uma API bem especificada, deve estar bem documentada e ser entendida por todos os que a pretendem utilizar. Para tal, é possível recorrer ao open Source *OpenAPI Specification* (OAS), que descreve estruturas de API num formato comum e padronizado, usa uma sintaxe simples, legível e de fácil compreensão, que pode ser escrita em formato YAML ou JSON. O Swagger é a *framework* mais utilizada no desenvolvimento e implementação de OAS, contando com um conjunto de ferramentas de código aberto que auxiliam no desenho, construção, documentação e consumo de APIs REST (Swagger, 2019).

Deste modo, com foco na documentação e no futuro desenvolvimento, definiu-se o novo modelo de dados (a apresentar nos próximos capítulos) e as funcionalidades que serão suportadas pela API usando o Swagger, pois permite descrever os métodos HTTP dos *endpoints* disponíveis (e.g. */allergyIntolerance*) e todas as suas operações (e.g. GET */allergyIntolerance*), bem como os respetivos parâmetros, o que é retornado e os métodos de autenticação. A figura 7 demonstra como funciona o editor Swagger, do lado esquerdo é possível editar a especificação da API (neste exemplo, em YAML) que resulta imediatamente na documentação apresentada à direita (Swagger, 2019).

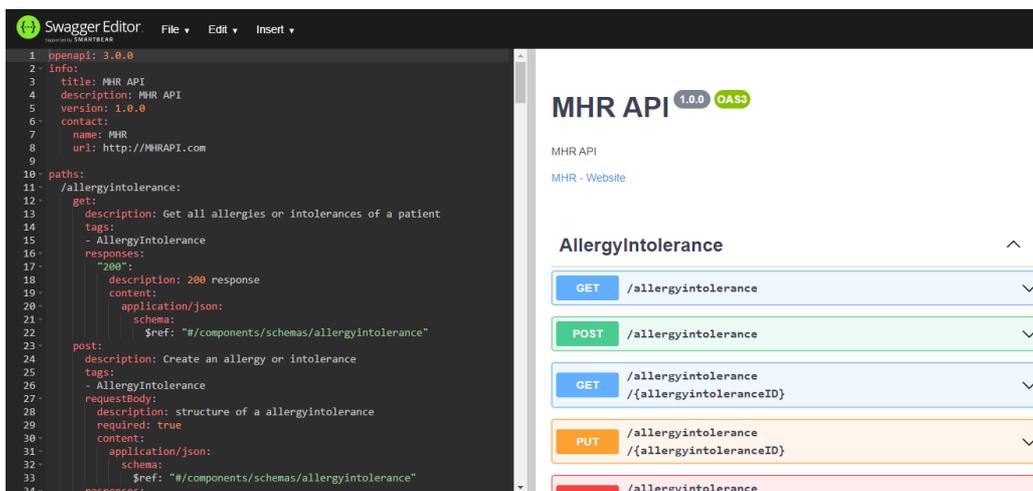


Figura 7: Exemplo de uma especificação API no Swagger Editor

Em suma, a camada de apresentação inclui a representação/exibição dos dados provenientes das camadas inferiores e a coleta de dados/informação efetuada através das interfaces de utilizador. Esta camada deve possuir um *backoffice*, não é acessível ao utilizador comum, mas que trate da gestão e manutenção dos micro serviços, ou seja como inserir, atualizar e apagar informação através das suas próprias APIs (Bass et al., 2012; Valente, 2020).

## Camada da Lógica de Negócio

Esta camada intermédia refere-se ao core do EHR/MHR e implementa as regras de negócio do sistema. Deve-se aplicar a lógica de negócio definida, ao processamento da informação das camadas circundantes, ou seja, à recolhida pela camada superior de apresentação e à presente na camada inferior dos serviços de dados (Bass et al., 2012; Valente, 2020).

A camada é composta por vários serviços que executam as suas próprias funções de negócio, sendo estes: o orquestrador da comunicação com os outros serviços do EHR/MHR, o serviço de introdução de dados, o de estatísticas e serviços externos (para interagir com repositórios públicos e /ou privados de outras instituições). Para além destes, existem micro serviços independentes para gerir a informação estática das alergias, doenças e medicação.

O novo EHR/MHR é escalável, flexível e integrável com outros sistemas e/ou serviços, pois adota as melhores práticas de desenvolvimento e usa protocolos de comunicação normalizados e atuais. Na camada de negócio, destaca-se o serviço a que se chama sucintamente MHR na figura 8, por ser o serviço principal que comunica com todos os outros serviços e com as outras camadas através de APIs REST. Este serviço recebe as solicitações da camada da apresentação, junta toda a informação necessária e devolve os resultados, para serem apresentados ao utilizador. A informação está distribuída pelos vários serviços que se relacionam com o MHR, assim como pelos dados presentes nas correspondentes bases de dados da 3ª camada.

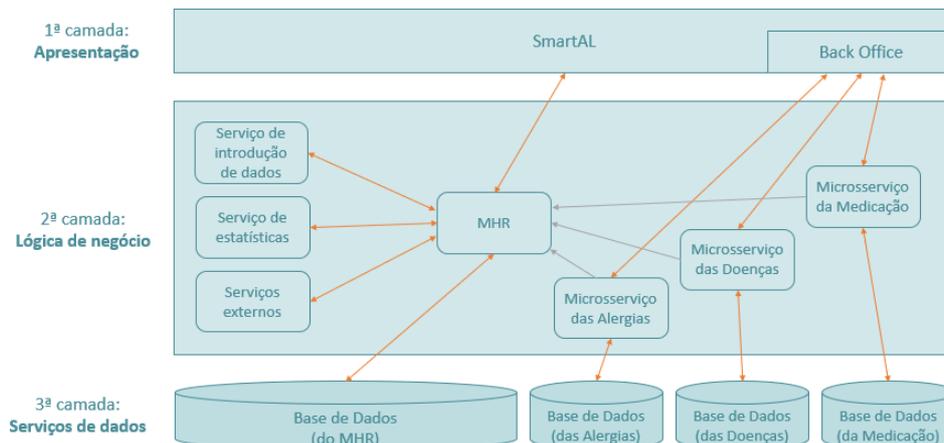


Figura 8: Relação entre os serviços da 2ª camada

Os micro serviços são pequenos serviços independentes com funções específicas de negócio que existem para facilitar o desenvolvimento e a manutenção da aplicação, aliviar a carga do MHR e aumentar a sua agilidade e produtividade. Utilizam mecanismos de comunicação leves, com base em APIs REST. Cada micro serviço possui a sua própria API e lógica de serviço associada, o que o torna mais flexível. Assim,

um micro serviço pode sofrer alterações, atualizações ou mesmo ser descartado sem afetar qualquer outro micro serviço. Com este tipo de arquitetura, as equipas de desenvolvimento podem escolher quais as tecnologias e/ou ferramentas mais adequadas para cada micro serviço, bem como optar por diferentes linguagens de programação, conforme as necessidades e competências da equipa (Ribeiro, 2017; Massé, 2012; Lewis, J., & Fowler, M., 2014; Gomes, 2019).

Neste projeto, existem 3 micro serviços, os quais guardam dados estáticos referentes às alergias, doenças e medicação. Seguem as especificações recomendadas pela SPMS, tal como descrito nos respetivos recursos presentes no capítulo 6. Sugere-se que a sua gestão seja feita através de um *backoffice* com capacidade de atualização automática.

Por último, os serviços externos representem *gateways* para a troca de informação entre o EHR/MHR e os repositórios públicos de dados, como por exemplo os do SNS/SPMS, complementando, assim o mais possível, o conhecimento sobre os pacientes. Para tal, sugere-se que a comunicação utilize modelos de dados e protocolos normalizados como os sugeridos pelo FHIR/HL7, recorrendo a sistemas internos de conversão se necessário.

### **Camada dos Serviços de dados**

É nesta camada que os dados essenciais ao bom funcionamento da aplicação são geridos e armazenados em sistemas de base de dados relacionais (neste caso, o PostgreSQL). A camada superior envia pedidos às bases de dados que em resposta retornam informação para a lógica da camada de negócio (Bass et al., 2012; Valente, 2020).

O SmartAL tem a sua própria base de dados que guarda informação relativa aos utilizadores e ao funcionamento da aplicação (e.g. morada, números de telefone, contactos). No entanto, esta BD não é referenciada neste documento, pois este projeto foca-se nos dados de saúde e na melhoria da estrutura lógica do modelo de dados do EHR/MHR (apresentado no capítulo 6). Adicionalmente, como estão diretamente relacionados, também se referenciam as estruturas dos modelos de dados dos micro serviços, já que funcionam como catálogos de informação estática que quando atribuída aos doentes (e.g. doença, alergias) alimenta o EHR/MHR. A individualização e descentralização das bases de dados permitem que cada micro serviço opte pela sua própria forma de armazenamento (consoante o tipo de dados que pretendem armazenar) e possa sofrer alterações sem risco de afetar outros micro serviços, potencializando o desenvolvimento e evolução de cada um deles de forma mais ágil e independente (Gomes, 2019; Ribeiro, 2017).

## 6. NOVO MODELO DE DADOS

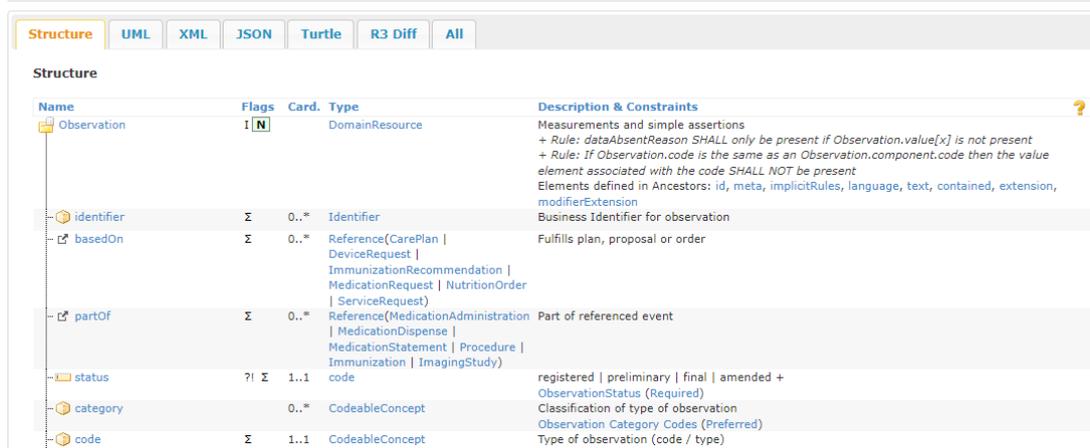
Este capítulo apresenta o novo modelo de dados e os seus atributos com base nos recursos da norma FHIR, bem como as principais diferenças em relação ao atual modelo de dados do SmartAL.

### 6.1 Novo modelo de dados com base nos recursos FHIR

As especificações FHIR abordam a interoperabilidade com foco na troca de informação entre os sistemas, através de modelos de dados bem estruturados, mas por vezes demasiado complicados e confusos. Um modelo de dados FHIR, define os recursos e seus elementos num formato modular consistente, estruturado e flexível, mas a junção de vários conceitos num só recurso torna o modelo vago, o que implica maior esforço na filtragem e extração dos dados. Assim sendo, para simplificar, o novo modelo de dados aqui proposto tem por base o FHIR, mas não de forma literal, suportando apenas os recursos FHIR que fazem sentido no âmbito da telemonitorização. Por outro lado, quando existem atributos no SmartAL que não têm correspondência na norma, recorre-se a extensões desenvolvidas pela comunidade do FHIR ou criam-se extensões específicas, procurando manter a compatibilidade com o definido pelo FHIR (Saripalle et al., 2019; Feldman, 2021; Levy, 2021).

Toda a documentação sobre a especificação dos recursos FHIR encontra-se disponível na internet, através do link <https://www.hl7.org/fhir/resourcelist.html>, sem restrições e de fácil compreensão para qualquer pessoa interessada na norma. Esta, disponibiliza de forma legível uma descrição sobre cada recurso, os seus limites e as relações com outros recursos e/ou URLs. Inclui também uma tabela com a estrutura dos elementos presentes em cada recurso, identificando para cada elemento, a sua definição, as *flags* (informação de como se pode manipular os elementos) e a cardinalidade (número de vezes que o elemento pode aparecer no recurso), assim como o tipo dos elementos e informação sobre a sua descrição e restrições (exemplo apresentado na figura 9). Além disso, disponibiliza também alguns exemplos sobre o recurso em questão em JSON, XML e RDF, uma explicação ainda mais detalhada dos elementos e permissões personalizáveis (Saripalle et al., 2019; Levy, 2021).

### 10.1.3 Resource Content



Name	Flags	Card.	Type	Description & Constraints
Observation	I N		DomainResource	Measurements and simple assertions + Rule: dataAbsentReason SHALL only be present if Observation.value[x] is not present + Rule: If Observation.code is the same as an Observation.component.code then the value element associated with the code SHALL NOT be present Elements defined in Ancestors: id, meta, implicitRules, language, text, contained, extension, modifierExtension Business Identifier for observation
identifier	Σ	0..*	Identifier	Business Identifier for observation
basedOn	Σ	0..*	Reference(CarePlan   DeviceRequest   ImmunizationRecommendation   MedicationRequest   NutritionOrder   ServiceRequest)	Fulfills plan, proposal or order
partOf	Σ	0..*	Reference(MedicationAdministration   MedicationDispense   MedicationStatement   Procedure   Immunization   ImagingStudy)	Part of referenced event
status	?! Σ	1..1	code	registered   preliminary   final   amended + ObservationStatus (Required)
category		0..*	CodeableConcept	Classifier of type of observation Observation Category Codes (Preferred)
code	Σ	1..1	CodeableConcept	Type of observation (code / type)

Figura 9: Exemplo de uma estrutura dos elementos do recurso 'Observation'

Assim, com base na documentação disponível, encontra-se a seguir uma breve descrição dos recursos escolhidos para este projeto e os seus respetivos atributos, realçando-se as principais diferenças entre os atributos que existem no atual modelo de dados SmartAL, e os que existem no novo com a adoção da norma FHIR. Ao contrário do modelo genérico atual, o modelo novo resultante é centrado no paciente, ou seja, constrói-se em torno do recurso 'patient', como se pode verificar no [Apêndice I – Novo Modelo de dados](#).

Importante realçar que quando um atributo utiliza uma determinada terminologia, como a SNOMED CT ou LOINC, é necessário identificar qual o sistema (*system*) que define o código (*code*) e qual o *display* que representa em texto o código definido pelo sistema, para ser mais fácil a sua identificação entre os vários servidores. Os identificadores externos não são mencionados nos recursos, pois não serão utilizados (HL7 FHIR, 2019).

## 6.2 Recurso 'Patient': representa a entidade 'paciente'

O recurso 'Patient' representa a entidade central do modelo de dados que recebe os cuidados e serviços de saúde. Geralmente, este recurso é criado e mantido por cada organização que presta serviços de saúde e contém informação sobre o paciente, com especial foco nos dados demográficos que suportam os procedimentos administrativos, financeiros e logísticos. Com base na informação presente no FHIR, os atributos escolhidos para representar este recurso no novo modelo de dados são os que constam na tabela 19 (HL7 FHIR, n.d.-l).

Tabela 19: Comparação entre o atual modelo de dados da SmartAL e o novo modelo de dados com base no recurso FHIR 'Patient'

Modelo de dados atual	Novo modelo de dados	Comentários/Observações
-	resourceType: patient	Representa o tipo de recurso, devendo aparecer sempre no início da estrutura.
ID	Id (patientID)	Identificação única do recurso, atribuído pelo servidor responsável pelo seu armazenamento. É do tipo meta dado e pode conter até 64 caracteres.
ExternalCode	Identifier	Identificador externo, para já não vai ser utilizado.
	active	Identifica se o registo do paciente está ativo (tipo booleano).
registerDate	registerDate	Identifica a data de quando o paciente foi registado no sistema.

#### Diferenças entre os modelos:

No atual modelo de dados, a entidade 'Utilizadores' não distingue os pacientes, dos cuidadores formais e informais, considerando todas as entidades envolvidas no SmartAL numa só tabela 'User' com apenas 3 atributos.

O novo modelo de dados segue a lógica da norma HL7 FHIR e distingue as entidades, considerando especificamente a entidade 'paciente', pois este modelo é centrado nesta entidade. Os atributos considerados são os mesmos que atualmente identificam um 'utilizador', como se pode verificar na tabela 19. Informação mais detalhada sobre o paciente, tal como os seus contactos de emergências por exemplo, não é guardada no EHR, pois não é considerada especificamente de saúde e, portanto, está num serviço à parte. Em relação ao atributo 'registerDate', este não é suportado pelo FHIR, mas por questões de auditoria, inclui-se como uma extensão ao recurso.

### **6.3 Recurso 'AllergyIntolerance': representa as 'Alergias e Intolerâncias'**

Este recurso regista as alergias e/ou intolerâncias já identificadas ou que apresentam um potencial risco de reação adversa no paciente, associadas à exposição a uma substância em específico ou a uma classe de substâncias. Por vezes estímulos físicos como a luz, calor ou frio podem imitar reações alérgicas e/ou intolerâncias, devendo-se recorrer nestes casos a exceções, ou seja, ao recurso 'Condition'. A tabela 20 apresenta os atributos do novo modelo de dados, com base no recurso FHIR 'AllergyIntolerance', comparando com os atributos que existiam no atual modelo (HL7 FHIR, n.d.-a).

Tabela 20: Comparação entre o atual modelo de dados da SmartAL e o novo modelo de dados com base no recurso FHIR 'AllergyIntolerance'

Modelo de dados atual	Novo modelo de dados	Comentários/Observações
-	resourceType: allergyIntolerance	Representa o tipo de recurso, devendo aparecer sempre no início da estrutura.
ID	Id (allergyIntoleranceID)	Identificação única do recurso, atribuído pelo servidor responsável pelo seu armazenamento. É do tipo metadado e pode conter até 64 caracteres.
statusCode	clinicalStatus	Estado clínico da alergia ou intolerância: <i>active / inactive / resolved</i> .
	verificationStatus	Associada à certeza associada à propensão ou potencial risco de uma reação à substância identificada: <i>unconfirmed / confirmed / refuted / entered-in-error</i> .
-	type	Identifica se é uma alergia ou uma intolerância.
TypeCode	category	Categoria da substância identificada: <i>food / medication / environment / biologic</i> .
ReactionCategoryCode		
AllergenCode	code	Identifica a causa da alergia ou intolerância (ex: aipo).
ReactionSeverityCode	criticality	Gravidade da reação à substância identificada: <i>Low risk / High risk / Unable to assess risk</i> .
patientID	patientID	Identifica o paciente que sofre a alergia ou intolerância, relacionado ao recurso ' <i>patient</i> '.
originCode	recorder	Identifica a entidade que registou e assume a responsabilidade da informação.
registerDate	recorderDate	Data de quando foi registrada no sistema.
-	OnsetPeriod	Data de início e data fim de quando a alergia ou intolerância foi identificada.
AdverseReactionCode	reaction.Manifestation	Sintomas e/ou sinais clínicos observados ou associados à reação adversa (ex: náusea).
Notes	note	Informação adicional.

#### Diferenças entre os modelos:

No modelo atual, o módulo das alergias é composto por várias tabelas que representam toda a informação sobre a alergia, mesmo a informação estática, como por exemplo as listagens de todos os alimentos possíveis sobre o tipo de alérgico alimentar e de todas as alergias a medicamentos e outros alérgicos. O resultado é ter praticamente uma tabela para cada um dos atributos que se conectam à

tabela principal *allergy*, a qual agrupa toda a informação. Além disso, existe também uma tabela específica que permite a descrição da alergia em várias línguas.

Como o novo modelo é centrado no paciente, apenas nele constam as informações a si relacionadas. Por isso, toda a informação estática, ou seja, os atributos que possuem listas com campos já definidos são isolados e encontram-se num microserviço à parte, com o seu próprio modelo de dados (como se pode verificar no [Apêndice II](#)), só quando escolhidos é que são mapeados para os atributos correspondentes no EHR, usando os campos *categoryID*, *codeID* e *reactionID*.

Quanto à informação necessária para registar as alergias e/ou intolerâncias, existem algumas diferenças entre os atributos e o que estes significam no novo modelo. Por exemplo, o atributo '*statusCode*' que atualmente identifica o estado da alergia (ativo, confirmado, inativo, não confirmado), agora divide-se em dois atributos distintos, o '*clinicalStatus*' e o '*verificationStatus*'; como se pode verificar na tabela 20. Por outro lado, o atributo '*ReactionCategoryCode*' que identifica a categoria da reação ("Sem conhecimento de alergias"; "Intolerância alimentar"; "Intolerância"; "Alergia alimentar"; "Alergia medicamentosa"; ...) e o atributo '*typeCode*' que define três tipos de alergias ("Medicamentos / Substâncias ativas"; "Alergénios alimentares"; "Outros alergénios / Agentes"), apresentam redundância de informação. Então, no novo modelo existe apenas um atributo, o '*category*' para identificar a categoria da substância e o atributo '*type*' para distinguir se é uma alergia ou uma intolerância. É, no entanto, possível omitir este último atributo quando é difícil a sua distinção, pois não se trata de um indicador de risco. Quanto à informação sobre a reação adversa, esta encontra-se numa tabela à parte, pois, uma alergia passa a poder considerar uma ou mais reações, o que atualmente não é possível.

O FHIR sugere que os atributos *clinicalStatus*, *verificationStatus*, *code* e *reaction.Manifestation* sigam a terminologia clínica internacional SNOMED CT, algo que já acontece atualmente no SmartAL, pois este segue as especificações da SPMS que estão em consonância. Contudo, como restrição, o FHIR impõe que o '*clinicalStatus*' não esteja presente quando o '*verificationStatus*' for *entered-in-error* (inválida), caso contrário deve estar presente, para garantir que os recursos são válidos e estão em conformidade com o sistema. Para além disso, sugere que quando um paciente não possui qualquer tipo de alergias, o facto seja identificado através de um código, por exemplo, SNOMED CT: "*716186003 - No known allergy (situation)*".

## 6.4 Recurso ‘*Condition*’: representa as ‘Doenças’

No FHIR, este recurso representa uma condição clínica, problema, diagnóstico, ou outra situação ou conceito clínico que apresenta uma preocupação. Mais precisamente, permite registar informações sobre uma doença identificada a partir de um diagnóstico, situação ou problema de saúde considerados prejudiciais por um profissional. Os sintomas de curto prazo ou que contribuem para esclarecer uma determinada condição devem ser registados pelo recurso ‘*observation*’. Com foco no módulo das doenças, os atributos que fazem mais sentido no recurso ‘*condition*’ são os presentes na tabela 21 (HL7 FHIR, n.d.-d).

Tabela 21: Comparação entre o atual modelo de dados da SmartAL e o novo modelo de dados com base no recurso FHIR ‘*condition*’

Modelo de dados atual	Novo modelo de dados	Comentários/Observações
-	resourceType: condition	Representa o tipo de recurso, devendo aparecer sempre no início da estrutura.
ID	Id (conditionID)	Identificação única do recurso, atribuído pelo servidor responsável pelo seu armazenamento. É do tipo metadado e pode conter até 64 caracteres.
AppRegUserID	Recorder	Identifica a entidade que registou a informação.
PatientID	subject	Identifica o sujeito com a condição, uma referência ao recurso ‘ <i>patient</i> ’.
classificationCode	Code	Identifica a condição, problema ou diagnóstico.
chronic	-	Identifica o tipo: <i>crónica</i> ou <i>não crónica</i> .
-	severity	Avaliação do médico sobre a gravidade da condição: <i>severe</i> / <i>moderate</i> / <i>mild</i> .
startDate	Onset [DateTime]	Data e hora em que a condição começou, na opinião do médico.
EndDate	Abatement [DateTime]	A data e hora em que a condição foi resolvida ou entrou em remissão.
RegisterDate	recordedDate	Data de quando foi registada no sistema.
-	Note	Informação adicional.

### Diferenças entre os modelos:

No atual modelo de dados do SmartAL, o registo de uma doença está organizado numa lista de capítulos e sub-capítulos, com base na especificação da SPMS que segue o sistema de codificação clínica ICD-10-CM/PCS (*International Classification of Diseases, 10th Revision, Clinical Modification*) para a normalização e estruturação do registo de diagnósticos e procedimentos.

O novo modelo, apenas conta com os atributos que constam no registo da doença associada a um paciente. A informação estática sobre o nome das doenças encontra-se num microserviço à parte, com o seu próprio modelo de dados (apresentado no [Apêndice III](#)), no qual apenas se identifica a doença pelo atributo *code*, o código e o nome (*display*). Depois é mapeado para o MHR para estar de acordo com o SmartAL e não haver redundância de informação. O FHIR sugere que o atributo *code* siga a terminologia SNOMED CT, pois deste modo, permite especificar para além do código em si, um estágio, local ou causalidade específicos, incluindo “histórico de X”, “risco de” e “boa saúde”, quando fizer sentido. Para além das condições físicas e quando não existe nenhum problema conhecido, utilizar o código correspondente, tal como mencionado no recurso das alergias e intolerâncias.

O FHIR recomenda que sempre que possível seja usada uma terminologia (como a SNOMED) para a codificação do ‘*severity*’. Em relação ao atributo ‘*chronic*’ este não é identificado pelo FHIR, sendo, portanto, considerada uma extensão adicional neste projeto.

## 6.5 Recurso ‘*Procedure*’: representa as ‘Atividades Físicas’

O recurso ‘*procedure*’ é utilizado para registar informações, de forma simples e resumida, sobre os procedimentos realizados num paciente, quer pelo profissional de saúde, quer por prestadores de serviços, amigos, familiares ou até mesmo pelo próprio paciente. Um procedimento é uma atividade realizada como parte da prestação de cuidados, que inclui por exemplo, atos cirúrgicos, de diagnóstico, biópsias, endoscopias, fisioterapia, entre outro tipo de intervenções que pretendem provocar alguma mudança física ou mental no indivíduo. Com base na informação que consta no FHIR e no SmartAL, a tabela 22 destaca os atributos mais interessantes que representam o módulo das atividades físicas (HL7 FHIR, n.d.-m).

Tabela 22: Comparação entre o atual modelo de dados da SmartAL e o novo modelo de dados com base no recurso FHIR ‘*procedure*’

Modelo de dados atual	Novo modelo de dados	Comentários/Observações
-	resourceType: procedure	Representa o tipo de recurso, devendo aparecer sempre no início da estrutura.
ID	Id (procedureID)	Identificação única do recurso, atribuído pelo servidor responsável pelo seu armazenamento. É do tipo metadado e pode conter até 64 caracteres.

AppRegUserID	Recorder	Identifica a entidade que registou e assume a responsabilidade da informação.
PatientID	Subject	O sujeito do procedimento, uma referência ao recurso ' <i>patient</i> '.
Type	Code	Identifica o procedimento específico que é executado.
StartDate	Performed [Period]	Período exato ou estimado em que o procedimento foi realizado. O tipo período identifica uma data início e uma data fim.
EndDate		
recordedDate	recordedDate	Data de quando foi registada no sistema. Não é suportado pelo FHIR, sendo uma extensão adicional.
Observações	Note	Informação adicional.

#### Diferenças entre os modelos:

No modelo de dados atual, o módulo das atividades físicas é composto apenas pela tabela *SportingActivity* que permite a prescrição de exercícios aos pacientes. O novo modelo segue a mesma ideia do modelo atual quanto aos atributos, mas acrescenta o intuito de registar também as atividades físicas realizadas por iniciativa do paciente.

É recomendado que para o atributo *code*, seja utilizada a terminologia SNOMED CT, se não for encontrada uma codificação exata para identificar o procedimento é possível utilizar texto livre. O atributo '*performed*' é do tipo período, o que significa que é representado numa tabela à parte, composto pelos atributos *start* e *end* que registam as datas de início e fim da atividade em questão. O '*recordedDate*' não é identificado no FHIR, mas considera-se importante registar no novo modelo para perceber quando é que a atividade é registada no sistema, sendo, portanto, considerado uma extensão ao FHIR.

## **6.6 Recurso '*Observation*': representa as 'medidas de saúde'**

O FHIR utiliza o recurso '*observation*' para capturar medições e avaliações simples e pontuais associadas a um paciente, como por exemplo no caso de sinais vitais, dados laboratoriais e imagens. Consideram-se também medições provenientes de dispositivos e de ferramentas de avaliação clínica (APGAR ou um *Glasgow Coma Score*), características pessoais e histórico social como o consumo de tabaco ou álcool, entre outras informações interessantes que apoiam o diagnóstico, a monitorização de melhorias ou eventuais padrões de alerta na prestação de cuidados de saúde. A tabela 23 demonstra os atributos selecionados a partir da informação disponível neste recurso, comparando com o que existe atualmente no modelo de dados do SmartAL (HL7 FHIR, n.d.-k).

Tabela 23: Comparação entre o atual modelo de dados da SmartAL e o novo modelo de dados com base no recurso FHIR 'observation'

Modelo de dados atual	Novo modelo de dados	Comentários/Observações
-	resourceType: Observation	Representa o tipo de recurso, devendo aparecer sempre no início da estrutura.
ID	Id (observationID)	Identificação única do recurso, atribuído pelo servidor responsável pelo seu armazenamento. É do tipo metadado e pode conter até 64 caracteres.
AppRegUserID	Performer	Identifica a entidade que registou e assume a responsabilidade da informação.
PatientID	Subject	O sujeito de que se trata a observação, uma referência ao recurso ' <i>patient</i> '.
Type	Code	Descreve o que foi observado, neste caso o tipo de medida.
-	category	Classificação do tipo de observação: <i>Social History   Vital Signs   Imaging   Laboratory   Procedure   Survey   Exam   Therapy   Activity</i>
value	valueQuantity	Resultado da observação, quando é apenas um valor simples.
	Component	Resultado da observação, quando existe mais que um valor.
units	-	Unidades do valor, no FHIR estão presentes em ' <i>valueQuantity</i> '
RegisterDate	Issued	Data e hora da observação.
isManual	method	O método usado para realizar a observação.
deviceID	device	Identifica o dispositivo utilizado para gerar os valores da observação.
-	ReferenceRanges	Representa os limites de intervalo. Composto pelos campos: <i>low, high e text</i> .
-	derivedFrom [media]	Identifica de onde foi obtido o valor, quando este é obtido a partir de uma imagem, vídeo ou áudio. Uma referência ao recurso ' <i>media</i> '.
-	Note	Informação adicional.

Quando se regista uma observação cujo “valor ou valores” é do tipo áudio, vídeo ou imagem, recorre-se ao recurso '*media*' para representar tal informação, expondo-se apenas os metadados relevantes para interpretar tais informações, tal como se pode verificar na tabela 24 (HL7 FHIR, n.d.-f).

Tabela 24: Atributos que representam o recurso FHIR media no projeto

Recurso 'Media'	Comentários/Observações	
resourceType: media	Representa o tipo de recurso, devendo aparecer sempre no início da estrutura.	
Id (medialD)	Identificação única do recurso, atribuído pelo servidor responsável pelo seu armazenamento. É do tipo metadado e pode conter até 64 caracteres.	
type	Classificação: Imagem   vídeo   áudio.	
operator	Identifica a entidade que gerou o conteúdo.	
Subject	O sujeito a quem pertence o conteúdo, uma referência ao recurso ' <i>patient</i> '.	
Issued [Datetime]	Data e hora quando a versão ficou disponível.	
createdDateTime	Data e hora de quando foi coletada.	
content	Os dados em questão ou sua referência. Composto pelos campos:	
	ID	Identificação única do atributo.
	Data	Os dados reais do anexo, uma sequência de bytes, codificados em base 64
	contentType	Identifica o tipo de dados no anexo e permite que um método seja escolhido para os interpretar ou renderizar
	url	onde os dados podem ser encontrados

#### Diferenças entre os modelos:

O novo modelo de dados continua a seguir a lógica do atual modelo, identificando apenas a informação presente no registo das medidas de saúde e os possíveis intervalos de valores de limite que despoletam alertas quando são inseridas as medições. A principal diferença é que neste novo modelo é possível registar informação proveniente de fontes de áudio, vídeo e imagem e guardar os próprios ficheiros, através do recurso '*media*' referenciado na tabela principal.

Em termos de terminologias, o FHIR sugere seguir a terminologia LOINC no atributo '*code*' e a terminologia SNOMED CT no atributo '*method*', sendo que este último atributo serve apenas para mencionar se a medição foi feita de forma manual ou não. Deste modo, o código que faz mais sentido na terminologia SNOMED é o "*362943005 Manual method*" para registar o método manual. Caso contrário, este atributo fica vazio e menciona-se no atributo '*device*' o ID do dispositivo utilizado para obter o valor da medição.

Em relação aos valores, estes passam a ser organizados de duas formas: a) se a observação contiver apenas um valor, utiliza-se em separado o atributo *code* para identificar o tipo de medida e o atributo '*valueQuantity*' que define o valor e a sua respetiva unidade, devendo-se mencionar o tipo de sistema

escolhido para definir a unidade, b) se a observação for composta por mais do que um valor, como acontece no registo dos valores da tensão arterial por exemplo, utiliza-se o atributo *'component'*, que define em pares de *code - valueQuantity* cada valor a registar em separado. Se apenas existir um valor omite-se a tabela componente. Para perceber melhor a ideia, a figura 10 exemplifica os atributos a utilizar para definir apenas um valor de uma observação e a figura 11 apresenta o que acontece quando o registo possui mais do que um valor.

### Observation-example-heart-rate

Orders and Observations Work Group	Maturity Level: N/A	Standards Status: Informative	Compartments: Device, Encounter, Patient, Practitioner, RelatedPerson
------------------------------------	---------------------	-------------------------------	---

This is the narrative for the resource. See also the [XML](#), [JSON](#) or [Turtle](#) format. This example conforms to the [profile Observation](#).

---

**Generated Narrative with Details**

**id:** heart-rate

**meta:**

**status:** final

**category:** Vital Signs (Details : {<http://terminology.hl7.org/CodeSystem/observation-category> code 'vital-signs' = 'Vital Signs', given as 'Vital Signs'})

**code:** Heart rate (Details : {LOINC code '8867-4' = 'Heart rate', given as 'Heart rate'})

**subject:** Patient/example

**effective:** 02/07/1999

**value:** 44 beats/minute (Details: UCUM code /min = '/min')

Figura 10: Exemplo do registo de uma observação com apenas um valor

### Observation-example-bloodpressure

Orders and Observations Work Group	Maturity Level: N/A	Standards Status: Informative	Compartments: Device, Encounter, Patient, Practitioner, RelatedPerson
------------------------------------	---------------------	-------------------------------	---

This is the narrative for the resource. See also the [XML](#), [JSON](#) or [Turtle](#) format. This example conforms to the [profile Observation](#).

---

**Generated Narrative with Details**

**id:** blood-pressure

**meta:**

**identifier:** urn:uuid:187e0c12-8dd2-67e2-99b2-bf273c878281

**basedOn:**

**status:** final

**category:** Vital Signs (Details : {<http://terminology.hl7.org/CodeSystem/observation-category> code 'vital-signs' = 'Vital Signs', given as 'Vital Signs'})

**code:** Blood pressure systolic & diastolic (Details : {LOINC code '85354-9' = 'Blood pressure panel with all children optional', given as 'Blood pressure panel with all children optional'})

**subject:** Patient/example

**effective:** 17/09/2012

**performer:** Practitioner/example

**interpretation:** Below low normal (Details : {<http://terminology.hl7.org/CodeSystem/v3-ObservationInterpretation> code 'L' = 'Low', given as 'low'})

**bodySite:** Right arm (Details : {SNOMED CT code '368209003' = 'Right upper arm', given as 'Right arm'})

**component**

**code:** Systolic blood pressure (Details : {LOINC code '8480-6' = 'Systolic blood pressure', given as 'Systolic blood pressure'}; {SNOMED CT code '271649006' = 'Systolic blood pressure', given as 'Systolic blood pressure'}; {<http://acme.org/devices/clinical-codes> code 'bp-s' = 'bp-s', given as 'Systolic Blood pressure'})

**value:** 107 mmHg (Details: UCUM code mm[Hg] = 'mmHg')

**interpretation:** Normal (Details : {<http://terminology.hl7.org/CodeSystem/v3-ObservationInterpretation> code 'N' = 'Normal', given as 'normal'})

**component**

**code:** Diastolic blood pressure (Details : {LOINC code '8462-4' = 'Diastolic blood pressure', given as 'Diastolic blood pressure'})

**value:** 60 mmHg (Details: UCUM code mm[Hg] = 'mmHg')

Figura 11: Exemplo do registo de uma observação com dois valores

Por último, aproveitou-se para redefinir quais as medições a considerar no SmartAL, um passo importante para se perceber quais as que realmente importam e que serão usadas pelo sistema, tendo em conta que são suportadas pela terminologia LOINC. Assim sendo, as medições que continuarão a existir no novo modelo são:

- ECG;
- EMG;
- SpO2 (%);
- Peso (kg);
- IMC (kg/m<sup>2</sup>);
- Humidade (%);
- Glicose (mg/dL);
- Massa Gorda (%);
- Massa Hídrica (%);
- Massa Muscular (%);
- NT-proBNP (pg/mL);
- Contador de Passos;
- Calorias Queimadas (Kcal);
- Temperatura Corporal (°C);
- Frequência Cardíaca (bpm);
- Frequência Respiratória (rpm);
- Tensão Arterial (Diastólica (mmHg) e Sistólica (mmHg));
- Sono (Tempo Acordado (min), Sono Profundo (min) e Sono Leve (min)).

## **6.7 Recurso ‘*Medication*’: representa a ‘Medicação’**

No FHIR, o módulo sobre a medicação preocupa-se com os recursos e funcionalidades em 3 grandes domínios (HL7 FHIR, n.d.-i):

- A prescrição (*request*), dispensa (*dispense*), administração (*Administration*) e registo de declarações sobre o uso de medicamentos (*statement*);
- O registo e avaliação de imunizações e a sua recomendação num determinado momento;
- A criação ou consulta de informação sobre medicamentos.

Uma vez que para além das medições outra vertente importante do SmartAL passa pelo registo de prescrições e administração de medicação, este projeto terá em conta os recursos *MedicationRequest*, *MedicationAdministration* e *MedicationStatement*.

### 6.7.1 Recurso ‘*MedicationRequest*’

Este recurso é utilizado para representar a prescrição de medicamentos a um paciente, assim como as respetivas instruções para a sua administração. Apenas é possível prescrever uma vez, devendo-se usar várias instâncias deste recurso para solicitar vários medicamentos simultaneamente. A tabela 26 expõe os atributos escolhidos que representam a prescrição neste projeto (HL7 FHIR, n.d.-h).

Tabela 25: Atributos que representam o recurso *medicationRequest* no projeto

Novo modelo de dados	Comentários/Observações	
resourceType: MedicationRequest	Representa o tipo de recurso, devendo aparecer sempre no início da estrutura.	
Id (medicationRequestID)	Identificação única do recurso, atribuído pelo servidor responsável pelo seu armazenamento. É do tipo metadado e pode conter até 64 caracteres.	
Medication	Identifica a medicação a tomar.	
Subject	Entidade a quem se destina a prescrição, uma referência ao recurso ‘ <i>patient</i> ’.	
Requester	O indivíduo ou organização responsável por criar a prescrição.	
authoredOn	Data e/ou hora quando a prescrição foi registada no sistema.	
note	Informações adicionais sobre a prescrição.	
dosageInstruction	Indica como a medicação deve ser tomada, composta pelos campos:	
	Route	Indica o tipo de toma, através da terminologia SNOMED CT.
	Timing	Indica a frequência diária, por exemplos, 1 por dia.
Text	Para indicar a recorrência, por exemplo, “diariamente”.	
dispenseRequest	Indica os detalhes específicos sobre a prescrição, através dos campos:	
	validityPeriod	Período de validade da receita.
ExpectedSupplyDuration	Período durante o qual se espera que o produto prescrito seja utilizado, por exemplo, uma duração de 3 a 5 dias.	

### 6.7.2 Recurso ‘MedicationAdministration’

A administração de um medicamento (ou vacina) a um paciente, em consequência da solicitação do recurso ‘medicationRequest’ é registada no recurso ‘MedicationAdministration’. Este recurso é tipicamente utilizado em ambientes de ambulatório, de cuidados de saúde primários e em relatórios de saúde domiciliária. Os atributos escolhidos para este recurso são os apresentados na tabela 27 (HL7 FHIR, n.d.-g).

Tabela 26: Atributos que representam o recurso medicationAdministration no projeto

Novo modelo de dados	Comentários/Observações	
resourceType: MedicationAdministration	Representa o tipo de recurso, devendo aparecer sempre no início da estrutura.	
Id (medicationAdministrationID)	Identificação única do recurso, atribuído pelo servidor responsável pelo seu armazenamento. É do tipo metadado e pode conter até 64 caracteres.	
Medication	Identifica a medicação a tomar.	
Subject	Entidade que recebeu a medicação, uma referência ao recurso ‘patient’.	
EffectivePeriod	Data de início e fim da administração.	
Performer	Entidade que registou a administração	
request	Referência ao recurso ‘MedicationRequest’, que prescreveu a administração.	
dosage	Apresenta os detalhes sobre a toma:	
	Route	Especifica o tipo de toma, através da terminologia SNOMED CT.
	DoseQuantity	Quantidade de medicamento por dose.
Note	Informação adicional.	
registerSystem	Data de registo no sistema, uma extensão adicional ao FHIR.	
naturetype	Indica a natureza da toma, por exemplo, se foi uma autoadministração. Uma extensão adicional ao FHIR.	

### 6.7.3 Recurso ‘MedicationStatement’

Este recurso identifica o período temporal de toma da medicação, ou seja, indica quando um paciente está a tomar um medicamento (no presente), já tomou (no passado) ou irá tomar (no futuro). Esta informação é normalmente dada pelo próprio paciente ou pelo seu cuidador, durante o processo de obtenção do histórico medicamentoso, por exemplo na primeira consulta. Para representar este recurso, os atributos escolhidos são os presentes na tabela 28 (HL7 FHIR, n.d.-j).

Tabela 27: Atributos que representam o recurso medicationStatement no projeto

Novo modelo de dados	Comentários/Observações	
resourceType: MedicationStatement	Representa o tipo de recurso, devendo aparecer sempre no início da estrutura.	
Id (MedicationStatementID)	Identificação única do recurso, atribuído pelo servidor responsável pelo seu armazenamento. É do tipo metadado e pode conter até 64 caracteres.	
Medication	Identifica a medicação a tomar.	
subject	Quem está a tomar ou tomou a medicação, uma referência ao recurso ' <i>patient</i> '.	
Effective [Period]	Intervalo em que a medicação é/foi/será tomada.	
dateAsserted	Data de registo no sistema.	
informationSource	Entidade que registou as informações presentes neste recurso.	
note	Informação adicional.	
Dosage ("dosageInstruction")	Detalhes sobre a toma da medicação:	
	Route	Especifica o tipo de toma, através da terminologia SNOMED CT.
	doseAndRate	Quantidade de medicamento por dose. Apenas composto por um atributo ' <i>doseQuantity</i> '.
naturetype	Indica a natureza da toma, por exemplo, se foi uma autoadministração. Uma extensão adicional ao FHIR.	

#### Diferenças entre os modelos:

Este último módulo sobre a medicação foi o mais difícil de organizar e estabelecer algum tipo de comparação com os atributos do atual modelo de dados, um modelo composto por várias tabelas que definem a toma de uma medicação, mapeando-a numa lista de substâncias ativas (DCI - Denominação Comum Internacional) e categorias ATC (*Anatomical Therapeutic Chemical*) que por sua vez mapeiam em medicamentos específicos associados às diversas companhias farmacêuticas.

O novo modelo distingue a prescrição da medicação (*MedicationRequest*) e a administração da mesma (*medicationAdministration*), com base em informações reais e mais completas. Para além disso, o *MedicationStatement* que é menos específico, é útil para quando o paciente quer relatar uma automedicação. Esta fica como sugestão de melhoria, pois no SmartAL só o cuidador formal é que pode registar e consultar as tomas de medicação do paciente.

Quanto à identificação da medicação, no atual modelo de dados, a informação é retirada do Infarmed, seguindo a especificação sugerida pela SPMS, para se poder integrar com o Sistema PEM (Prescrição Eletrónica Médica) nacional. Apesar de o FHIR recomendar o uso da terminologia SNOMED CT para

especificar o medicamento através de um código, é possível continuar a utilizar os dados do Infarmed. Para tal, existe um microserviço à parte que define a informação estática da medicação a ser depois mapeada para o EHR através do atributo '*medication*', deve-se sempre especificar que se está a usar dados do Infarmed para evitar a redundância de informação. O modelo de dados que representa este microserviço encontra-se em [Apêndice IV](#).

## 7. CONCLUSÃO

Esta dissertação deu a oportunidade de conhecer o potencial de integração de novos conceitos e tecnologias na área da saúde, ao executar o estudo aprofundado de compatibilidade dos EHR com o padrão de interoperabilidade o HL7 FHIR. Evidenciando a interoperabilidade na área da saúde, como a chave para o progresso de melhoria contínua dos cuidados de saúde e promoção da transição digital. Constatou-se que EHR normalizados, com dados mais organizados e sistematizados ajudam os profissionais nas tomadas de decisão, reduzindo os erros associados.

Na área da saúde, trabalhar com os dados dos pacientes é algo que requer particular cuidado devido à sua especificidade e confidencialidade. A adoção da norma HL7 FHIR, simplifica alguns procedimentos, oferece suporte à integração segura de dados e permite reduzir custos na implementação de novas tecnologias de forma a atingir melhores resultados na comunicação e partilha de dados entre vários sistemas de informação.

Neste contexto, o principal objetivo deste trabalho foi rever e reformular o modelo de dados do MHR/EHR do produto de telemonitorização da Altice Labs – SmartAL, de acordo com a norma HL7 FHIR, para tentar aumentar a sua eficiência e eficácia na coleta, organização e partilha de dados com outros sistemas de informação de saúde.

O objetivo foi conseguido, contudo, foram sentidas algumas dificuldades ao longo da dissertação, pela falta de informação sobre exemplos de implementações de EHR normalizados segundo o HL7 FHIR. Foi, portanto, mais lenta a aprendizagem e compreensão do processo de armazenamento e modelação dos dados. A informação disponível no FHIR não é tão detalhada e rigorosa quanto se esperava, apresenta modelos de dados complexos e por vezes vagos, assim como mapeamentos pouco específicos. Ainda assim, o trabalho foi executado com afinco e rigor, e como resultado apresentou, tal como se esperava, um novo modelo de dados seguindo a norma HL7 FHIR, mais flexível e dinâmico e perfeitamente adaptado às necessidades do MHR/EHR do SmartAL. O novo modelo é centrado no paciente, ao contrário do modelo anterior que em termos FHIR se focava na organização.

Relativamente aos indicadores, o objetivo do projeto era definir fluxos e indicadores de saúde que ajudassem os cuidadores a interpretar melhor os dados recolhidos, tendo em conta o feedback de cuidadores presentes num piloto em curso com doentes pós-covid. No entanto, infelizmente não foi possível recolher informação relevante por falta de disponibilidade e formação dos próprios cuidadores. Portanto, o projeto apresenta apenas alguns indicadores genéricos que procuram alertar e ajudar os

profissionais no seu trabalho diário. Este levantamento inicial será um bom ponto de partida para futuros estudos e desenvolvimentos nesta área.

Por último, conclui-se que é essencial existirem infraestruturas que permitam a mobilidade de informação entre as instituições de saúde, quer sejam de apoio clínico ou de gestão. Bases de dados seguras e normalizadas são elementos fundamentais no bom funcionamento dos sistemas de saúde, para assegurar que os profissionais dispõem de toda a informação necessária para prestar bons cuidados aos seus doentes e oferecer serviços de qualidade, quer eles recorram a instituições de saúde públicas ou privadas.

## **7.1 Limitações do trabalho realizado**

O presente trabalho possui algumas limitações nomeadamente no ponto sobre os indicadores de saúde, mais concretamente o seu pouco desenvolvimento devido à falta de comunicação com os profissionais de saúde na sua identificação. Consequentemente, estes não foram implementados e validados através de utilizadores reais.

Em relação ao modelo de dados do novo EHR, este acabou por não seguir a proposta sobre os modelos de dados comuns, dado à falta de tempo e pouca informação disponível, o qual não possibilitou aprofundar mais sobre o tema e assim conseguir a sua implementação.

Outra limitação sentida no trabalho foi o facto de não se ter implementado o novo EHR para assim exportar os seus dados para APIs externas, como repositórios públicos, através da norma HL7 FHIR. Esta limitação é por consequência, mais uma vez, do prazo estipulado e pela falta de informação e exemplos sobre implementações de EHRs que armazenam e modelam os dados através da norma HL7 FHIR.

## **7.2 Trabalho Futuro**

Uma vez que os temas abordados ao longo da dissertação pertencem a áreas que estão em constante mudança e evolução, especialmente no que toca à utilização de sistemas de informação na área da saúde, o trabalho de investigação efetuado possui um vasto potencial de progressão. O modelo de dados proposto pode ser facilmente estendido para acomodar novos dados e áreas da saúde emergentes, estudos mais aprofundados podem ser conduzidos sobre implementações específicas de outros EHR normalizados (de acordo com o HL7 FHIR). Para atestar a eficiência do modelo proposto pode-se

implementar serviços complementares de comunicação e sincronização do MHR/EHR do SmartAL com outros serviços externos, como por exemplo usando APIs oferecidas pelos sistemas públicos de saúde (e.g. API RSE). Com o intuito de acrescentar ainda mais valor à informação relativa aos utentes é também possível ir verificando a evolução de parceria entre o modelo de dados comum OMOP e a norma HL7, mencionado em “4.3. Modelo de dados comum que represente esses requisitos”. Estes são alguns exemplos de possível progressão do trabalho realizado, mas haverá com certeza outros, dada a relevância do mesmo.

Fica também como sugestão para trabalho futuro, a implementação de mais indicadores interessantes e úteis aos profissionais de saúde, recolhendo de forma mais sistemática o seu feedback. A automatização do cálculo dos indicadores, simplificará com certeza o trabalho já praticado pelos cuidadores, no sentido de pensarem para além dos resultados apresentados e tentarem correlacionar informação proveniente dos questionários e das medições, para exercerem um melhor controlo e prevenção das doenças e promoverem assim um melhor desempenho, atenção e apoio aos seus doentes. Além do mais, uma possível validação da especificação do EHR e dos indicadores, através do feedback de utilizadores reais é algo a ter em conta no futuro, para avaliar a sua efetiva viabilidade.

## BIBLIOGRAFIA

- Ahuja, A. (2020). How to Build an EHR System | EHR Software Development Company. Retrieved November 11, 2021, from FATbit website: <https://www.fatbit.com/fab/how-to-build-an-ehr-system/>
- Almeida, L. (2021, January 7). Integração EHR: comunicação centrada no paciente. Retrieved November 8, 2021, from Nexxtto website: <https://nexxtto.com/integracao-ehr-comunicacao-centrada-no-paciente/>
- Altice Labs. (n.d.). Altice Labs. Www.alticelabs.com. Retrieved December 30, 2021, from <https://www.alticelabs.com/pt/>
- Altice Labs. (n.d.). eHealth Smart Assisted Living. Retrieved July 27, 2022, from Altice Labs website: <https://www.alticelabs.com/products/ehealth-smart-assisted-living/>
- Arani, S. (2016, October 18). Can FHIR model be used as a data storage model? Retrieved January 11, 2022, from www.linkedin.com website: <https://www.linkedin.com/pulse/can-fhir-model-used-data-storage-shahram-shahpouri-arani>
- Azeredo, R. T. (2019). Sistema Universal Gratuito de Identificação Pessoal e Gestão de Dados Médicos (Doctoral dissertation).
- B., A. C. (2021, March 25). Arquitetura FHIR - O padrão de dados de saúde do futuro. Retrieved January 11, 2022, from www.linkedin.com website: [https://www.linkedin.com/pulse/arquitetura-fhir-o-padr%C3%A3o-de-dados-sa%C3%BAde-do-futuro-barsumian?trk=public\\_profile\\_article\\_view](https://www.linkedin.com/pulse/arquitetura-fhir-o-padr%C3%A3o-de-dados-sa%C3%BAde-do-futuro-barsumian?trk=public_profile_article_view)
- Bass, L., Clements, P., & Kazman, R. (2012). Software architecture in practice. Addison-Wesley Professional.
- Batista, T. A. (2016). Análise comparativa de padrões de interoperabilidade em sistemas hospitalares.
- Bender, D., & Sartipi, K. (2013, June). HL7 FHIR: An Agile and RESTful approach to healthcare information exchange. In Proceedings of the 26th IEEE international symposium on computer-based medical systems (pp. 326-331). IEEE.
- Biswas, P. EHR-Interoperability study of HL7 amid the COVID-19 epidemic.
- Bivona-Tellez, C. (2017). Business Intelligence Competencies: Making Healthcare Data Come Alive.
- Canguçu, R. (2021, February 25). Requisitos funcionais e requisitos não funcionais, o que são? Retrieved March 22, 2022, from Codificar website: <https://codificar.com.br/requisitos-funcionais-nao-funcionais/>
- Cerqueira, I. M. C. (2018). O impacto do conhecimento dos indicadores de qualidade na gestão do internamento de um hospital privado.
- CNPD - Comissão Nacional de Proteção de Dados. (2019a). Direitos. Retrieved December 23, 2021, from Cnpd.pt website: <https://www.cnpd.pt/cidadaos/direitos/>
- CNPD - Comissão Nacional de proteção de Dados. (2019b). Obrigações Retrieved December 23, 2021, from Cnpd.pt website: <https://www.cnpd.pt/organizacoes/obrigacoes/violacao-de-dados-ou-data-breach/>
- Cortex Intelligence. (2021, May 13). [Guia completo] O que é análise de dados? Para que serve? Retrieved January 24, 2022, from www.cortex-intelligence.com website: <https://www.cortex-intelligence.com/blog/inteligencia-de-mercado/o-que-e-analise-de-dados>
- Dias, I. S. J. S. (2019). Do Registo de Saúde Eletrónico à administração de medicamentos assistida (Doctoral dissertation).
- DRG Brasil. (2021, December 23). Data Analytics: como as tecnologias contribuem para a área da saúde. Retrieved January 24, 2022, from DRG website: <https://www.drgbrasil.com.br/valoremsaude/data-analytics/>
- El-Sappagh, S. H., El-Masri, S., Riad, A. M., & Elmogy, M. (2012). Electronic health record data model optimized for knowledge discovery. International Journal of Computer Science Issues (IJCSI), 9(5), 329.

Feldman, D. (2021, August 5). Standardizing Internal Data Models on FHIR. Retrieved May 25, 2022, from MarkLogic website: <https://www.marklogic.com/blog/standardizing-internal-data-models-on-fhir/>

Fennelly, O. (2019). Clinical information capture in the electronic health record: literature review and key considerations. Dublin: eHealth Ireland.

Ferreira, W. O., & de Oliveira Knop, I. (2017). Estruturação de Aplicações Distribuídas com a Arquitetura REST. *Caderno de Estudos em Sistemas de Informação*, 3(1).

Fhirbase. (2019). Overview - fhirbase. Aidbox.app. Retrieved January 11, 2022, from <https://fhirbase.aidbox.app/>

Garza, M., Del Fiol, G., Tenenbaum, J., Walden, A., & Zozus, M. N. (2016). Evaluating common data models for use with a longitudinal community registry. *Journal of biomedical informatics*, 64, 333-341.

Gliklich, R. E., Leavy, M. B., & Dreyer, N. A. (2019). Tools and Technologies for Registry Interoperability, Registries for Evaluating Patient Outcomes: A User's Guide, Addendum 2 [Internet].

Gomes, D. (2019, September 15). Arquitetura de Microsserviços. Retrieved June 6, 2022, from pt.linkedin.com website: <https://pt.linkedin.com/pulse/arquitetura-de-microsservi%C3%A7os-daniel-gomes>

GoogleCloud. (n.d.-a). Cloud Healthcare API. Google Cloud. Retrieved January 11, 2022, from <https://cloud.google.com/healthcare-api>

GoogleCloud. (n.d.-b). FHIR | Cloud Healthcare API. Google Cloud. Retrieved January 11, 2022, from <https://cloud.google.com/healthcare-api/docs/concepts/fhir>

Guedes, A. S. F. F. (2011). A aceitação do registo de saúde electrónico pelos profissionais de saúde das instituições hospitalares (Doctoral dissertation, Escola Nacional de Saúde Pública. Universidade Nova de Lisboa).

Health Samurai. (n.d.). FHIRbase. Healthsamurai.github.io. Retrieved January 11, 2022, from <http://healthsamurai.github.io/fhirbase-site/docs.html>

HL7 Affiliate Portugal. (n.d.). HL7 Affiliate Portugal. Www.hl7.Pt. Retrieved November 12, 2021, from <https://www.hl7.pt/>

HL7 FHIR. (2019, November 1). Terminologies - FHIR v4.0.1. Retrieved June 28, 2022, from hl7.org website: <https://hl7.org/fhir/R4/terminologies.html>

HL7 FHIR. (n.d.-a). AllergyIntolerance - FHIR v4.0.1. Retrieved May 19, 2022, from www.hl7.org website: <https://www.hl7.org/fhir/allergyintolerance.html>

HL7 FHIR. (n.d.-b). Comparison - FHIR v4.0.1. Retrieved January 27, 2022, from www.hl7.org website: <https://www.hl7.org/fhir/comparison.html>

HL7 FHIR. (n.d.-c). Comparison-v2 - FHIR v4.0.1. Retrieved January 27, 2022, from www.hl7.org website: <https://www.hl7.org/fhir/comparison-v2.html>

HL7 FHIR. (n.d.-d). Condition - FHIR v4.3.0. Retrieved May 14, 2022, from www.hl7.org website: <https://www.hl7.org/fhir/condition.html>

HL7 FHIR. (n.d.-e). Index - FHIR v4.0.1. Retrieved July 27, 2022, from hl7.org website: <https://hl7.org/FHIR/>

HL7 FHIR. (n.d.-f). Media - FHIR v4.3.0. Retrieved May 14, 2022, from www.hl7.org website: <https://www.hl7.org/fhir/media.html>

HL7 FHIR. (n.d.-g). MedicationAdministration - FHIR v4.3.0. Retrieved May 19, 2022, from www.hl7.org website: <https://www.hl7.org/fhir/medicationadministration.html>

HL7 FHIR. (n.d.-h). MedicationRequest - FHIR v4.3.0. Retrieved May 19, 2022, from www.hl7.org website: <https://www.hl7.org/fhir/medicationrequest.html>

HL7 FHIR. (n.d.-i). Medications-module - FHIR v4.3.0. Retrieved May 19, 2022, from www.hl7.org website: <https://www.hl7.org/fhir/medications-module.html>

HL7 FHIR. (n.d.-j). MedicationStatement - FHIR v4.3.0. Retrieved May 19, 2022, from [www.hl7.org website: https://www.hl7.org/fhir/medicationstatement.html](https://www.hl7.org/website: https://www.hl7.org/fhir/medicationstatement.html)

HL7 FHIR. (n.d.-k). Observation - FHIR v4.3.0. Retrieved May 14, 2022, from [www.hl7.org website: https://www.hl7.org/fhir/observation.html](https://www.hl7.org/website: https://www.hl7.org/fhir/observation.html)

HL7 FHIR. (n.d.-l). Patient - FHIR v4.0.1. Retrieved May 19, 2022, from [www.hl7.org website: https://www.hl7.org/fhir/patient.html](https://www.hl7.org/website: https://www.hl7.org/fhir/patient.html)

HL7 FHIR. (n.d.-m). Procedure - FHIR v4.3.0. Retrieved May 19, 2022, from [www.hl7.org website: https://www.hl7.org/fhir/procedure.html](https://www.hl7.org/website: https://www.hl7.org/fhir/procedure.html)

HL7 FHIR. (n.d.-n). Resource - FHIR v4.0.1. Retrieved December 4, 2021, from [www.hl7.org website: http://www.hl7.org/implement/standards/fhir/resource.html](http://www.hl7.org/website: http://www.hl7.org/implement/standards/fhir/resource.html)

HL7 International. (2015a). HL7 Standards Product Brief - CDA® Release 2 | HL7 International. Retrieved November 12, 2021, from [HL7.org website: Wwww.hl7.org. http://www.hl7.org/implement/standards/product\\_brief.cfm?product\\_id=7](http://www.hl7.org/website: Wwww.hl7.org. http://www.hl7.org/implement/standards/product_brief.cfm?product_id=7)

HL7 International. (2015b). HL7 Standards Product Brief - HL7 Version 3 Product Suite | HL7 International. Retrieved November 12, 2021, from [HI7.org website: HI7.org. https://www.hl7.org/implement/standards/product\\_brief.cfm?product\\_id=186](https://www.hl7.org/website: HI7.org. https://www.hl7.org/implement/standards/product_brief.cfm?product_id=186)

HL7 International. (2019). About Health Level Seven International. Retrieved November 12, 2021, from [HI7.org website: http://www.hl7.org/about/index.cfm?ref=nav](http://www.hl7.org/website: http://www.hl7.org/about/index.cfm?ref=nav)

HL7 International. (n.d.-a). HL7 CDA Certification | HL7 International. [Wwww.hl7.org. Retrieved November 12, 2021, from http://www.hl7.org/certification/cda.cfm](http://www.hl7.org/website: Wwww.hl7.org. Retrieved November 12, 2021, from http://www.hl7.org/certification/cda.cfm)

HL7 International. (n.d.-b). HL7 FHIR Certification | HL7 International. [Wwww.hl7.org. Retrieved November 12, 2021, from http://www.hl7.org/certification/fhir.cfm](http://www.hl7.org/website: Wwww.hl7.org. Retrieved November 12, 2021, from http://www.hl7.org/certification/fhir.cfm)

HL7 International. (n.d.-c). HL7 Standards - Section 1: Primary Standards | HL7 International. [Wwww.hl7.org. Retrieved December 4, 2021, from http://www.hl7.org/implement/standards/product\\_section.cfm?section=1&ref=nav](http://www.hl7.org/website: Wwww.hl7.org. Retrieved December 4, 2021, from http://www.hl7.org/implement/standards/product_section.cfm?section=1&ref=nav)

HL7 International. (n.d.-d). HL7 Standards Product Brief - HL7 Version 2 Product Suite | HL7 International. [Wwww.hl7.org. Retrieved November 12, 2021, from http://www.hl7.org/implement/standards/product\\_brief.cfm?product\\_id=185](http://www.hl7.org/website: Wwww.hl7.org. Retrieved November 12, 2021, from http://www.hl7.org/implement/standards/product_brief.cfm?product_id=185)

HL7 International. (n.d.-e). HL7 V3 Certification | HL7 International. [Wwww.hl7.org. Retrieved November 12, 2021, from http://www.hl7.org/certification/v3.cfm](http://www.hl7.org/website: Wwww.hl7.org. Retrieved November 12, 2021, from http://www.hl7.org/certification/v3.cfm)

Hoppen, J., & Santos, M. (2018, March 26). O que é Data Analytics? Aquarela Advanced Analytics. Aquarela. Retrieved January 24, 2022, from [Aquarela website: https://www.aquare.la/o-que-e-data-analytics/](https://www.aquare.la/o-que-e-data-analytics/)

Iakovidis, I. (1998). Towards personal health record: current situation, obstacles and trends in implementation of electronic healthcare record in Europe. *International journal of medical informatics*, 52(1-3), 105-115.

Iberdrola. (n.d.). eSaúde, quando a tecnologia se torna o melhor aliado para o bem-estar social. Iberdrola. Retrieved November 8, 2021, from <https://www.iberdrola.com/inovacao/esaude>

InterOpera – Health Connected. (2016, August 27). O que é “HL7® FHIR”?. Retrieved December 4, 2021, from [InterOpera - Health Connected website: https://interopera.esy.es/o-que-e-hl7-fhir/](https://interopera.esy.es/o-que-e-hl7-fhir/)

InterOpera – Health Connected. (2017, December 21). PRINCIPAIS PADRÕES E METODOLOGIAS HL7. Retrieved December 4, 2021, from [InterOpera - Health Connected website: https://interopera.esy.es/principais-padroes-e-metodologias-hl7/](https://interopera.esy.es/principais-padroes-e-metodologias-hl7/)

Keshta, I., & Odeh, A. (2021). Security and privacy of electronic health records: Concerns and challenges. *Egyptian Informatics Journal*, 22(2), 177-183.

Lawley, M., Steel, J., & Grimes, J. (2021). FHIR Terminology Services for OMOP – opportunities report. Retrieved from <https://aehrc.csiro.au/wp-content/uploads/2021/11/CSIRO-FHIR-OMOP-Terminology-Report.pdf>

Lazarova, E., Mora, S., Rubartelli, P., Vitale, A. C., Pareto, L., Maggi, N., ... & Giacomini, M. (2021). Integrating an Electronic Health Record System into a Regional Health Information System: An HL7 FHIR Architecture. *Studies in Health Technology and Informatics*, 281, 1087-1088.

Levy, H. (2021, November 18). What Is FHIR? Here's What Makes HL7 FHIR Special. Retrieved May 25, 2022, from [www.particlehealth.com](http://www.particlehealth.com) website: <https://www.particlehealth.com/blog/what-is-fhir>

Lewis, J., & Fowler, M. (2014). Microservices: a definition of this new architectural term. *MartinFowler.com*, 25, 14-26.

Lima, J. D. S. (2016). Uma arquitetura de software para implementação de um EHR utilizando SOA considerando a interoperabilidade entre sistemas legados.

Liyanage, H., Liaw, S. T., Jonnagaddala, J., Hinton, W., & de LUSIGNAN, S. (2018). Common Data Models (CDMs) to Enhance International Big Data Analytics: A Diabetes Use Case to Compare Three CDMs. *EFMI-STC*, 60-64.

Lobo, T. C., Bettoni, G. N., da Silva, F. S., Caregnato, R. C., & Flores, C. D. (2020). Enabling communication among EHR systems with microservices and HL7 FHIR. *Actas de SABI*, 247.

Mark, R. (2015). *Software Architecture Patterns-Understanding Common Architecture Patterns and When to Use Them*.

Marques, M. D. A. (2010) PHR-Personal Health Records (Doctoral dissertation).

Massé, M. (2012). *REST API design rulebook [designing consistent RESTful web service interfaces]*. Beijing [U.A.] O'reilly.

Meireles, R. P. C. (2019). Conversor HL7 para FHIR baseado em mapeamentos (Doctoral dissertation).

Monteiro, M. Â. B. (2019). Adaptação de infraestrutura de interoperabilidade clínica ao Regulamento Geral de Proteção de Dados (Doctoral dissertation).

Natsiavas, P., Kakalou, C., Votis, K., Tzovaras, D., Maglaveras, N., Komnios, I., & Koutkias, V. (2017, November). Identification of barriers and facilitators for eHealth acceptance: the KONFIDO study. In *International conference on biomedical and health informatics* (pp. 81-85). Springer, Singapore.

OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde. (2018). *Indicadores de Saúde: Elementos conceituais e práticos*.

Pais, M. J. L. (2019). Mapeamentos de HL7-v2. x para FHIR.

Peffer, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. *Journal of management information systems*, 24(3), 45-77.

Pequenino, K. (2021, April 28). Telefone, WhatsApp, Zoom. Pandemia levou ao “boom” das teleconsultas e médicos querem continuar. Retrieved December 7, 2021, from PÚBLICO website: <https://www.publico.pt/2021/04/28/tecnologia/noticia/telefone-whatsapp-zoom-pandemia-levou-boom-teleconsultas-medicos-querem-continuar-1960229>

Rades, P. (2016, May 28). Quando interoperar e quando integrar? Existe diferença? Retrieved December 10, 2021, from INTEROPERA website: <https://interopera.esy.es/interoperabilidade/>

Raths, D. (2021, March 1). StackPath. Retrieved March 10, 2022, from [www.hcinnovationgroup.com](http://www.hcinnovationgroup.com) website: <https://www.hcinnovationgroup.com/interoperability-hie/standards/news/21212141/hl7-ohdsi-to-collaborate-on-single-common-data-model>

Ribeiro, B. R. C. (2017). *Estudo comparativo entre arquiteturas monolíticas e de micro serviços* (Doctoral dissertation).

Saripalle, R., Runyan, C., & Russell, M. (2019). Using HL7 FHIR to achieve interoperability in patient health record. *Journal of biomedical informatics*, 94, 103188.

Seymour, T., Frantsvog, D., & Graeber, T. (2012). Electronic health records (EHR). *American Journal of Health Sciences (AJHS)*, 3(3), 201-210.

Silva, B. M. P. D. (2020). *Questões e preocupações dos gestores de sistemas de informação em contexto hospitalar do SNS* (Doctoral dissertation).

SPMS - Serviços Partilhados do Ministério da Saúde. (2017). *Privacidade da Informação no setor da Saúde*. [https://spms.min-saude.pt/wp-content/uploads/2017/03/Guia-Privacidade-SMPS\\_RGPD\\_digital\\_20.03.172-v.2.pdf](https://spms.min-saude.pt/wp-content/uploads/2017/03/Guia-Privacidade-SMPS_RGPD_digital_20.03.172-v.2.pdf)

SPMS - Serviços Partilhados do Ministério da Saúde. (n.d.). *Registo de Saúde Eletrónico – SPMS*. [www.spms.min-saude.pt](http://www.spms.min-saude.pt). Retrieved November 8, 2021, from <https://www.spms.min-saude.pt/2020/07/registo-de-saude-eletronico/>

Stelzer, D., Fischer, D., & Nirsberger, I. (2006). A Framework for Assessing Inter-Organizational Integration of Business Information Systems. *Int. J. Interoperability Bus. Inf. Syst.*, 2(2), 9-20.

stringfixer. (n.d.). *Modelo de dados*. [Stringfixer.com](http://stringfixer.com). Retrieved January 4, 2022, from [https://stringfixer.com/pt/Data\\_model](https://stringfixer.com/pt/Data_model)

Swagger. (2019, June 7). *The Best APIs are Built with Swagger Tools | Swagger*. Retrieved 2022, from [Swagger.io](https://swagger.io/) website: <https://swagger.io/>

Tomásio, S. E. J. (2019). *Electronic health record portals in Portugal: a perspective from providers and patients* (Doctoral dissertation).

Valente, M. T. (2020). *Engenharia de Software Moderna. Princípios e Práticas para Desenvolvimento de Software com Produtividade, 1*.

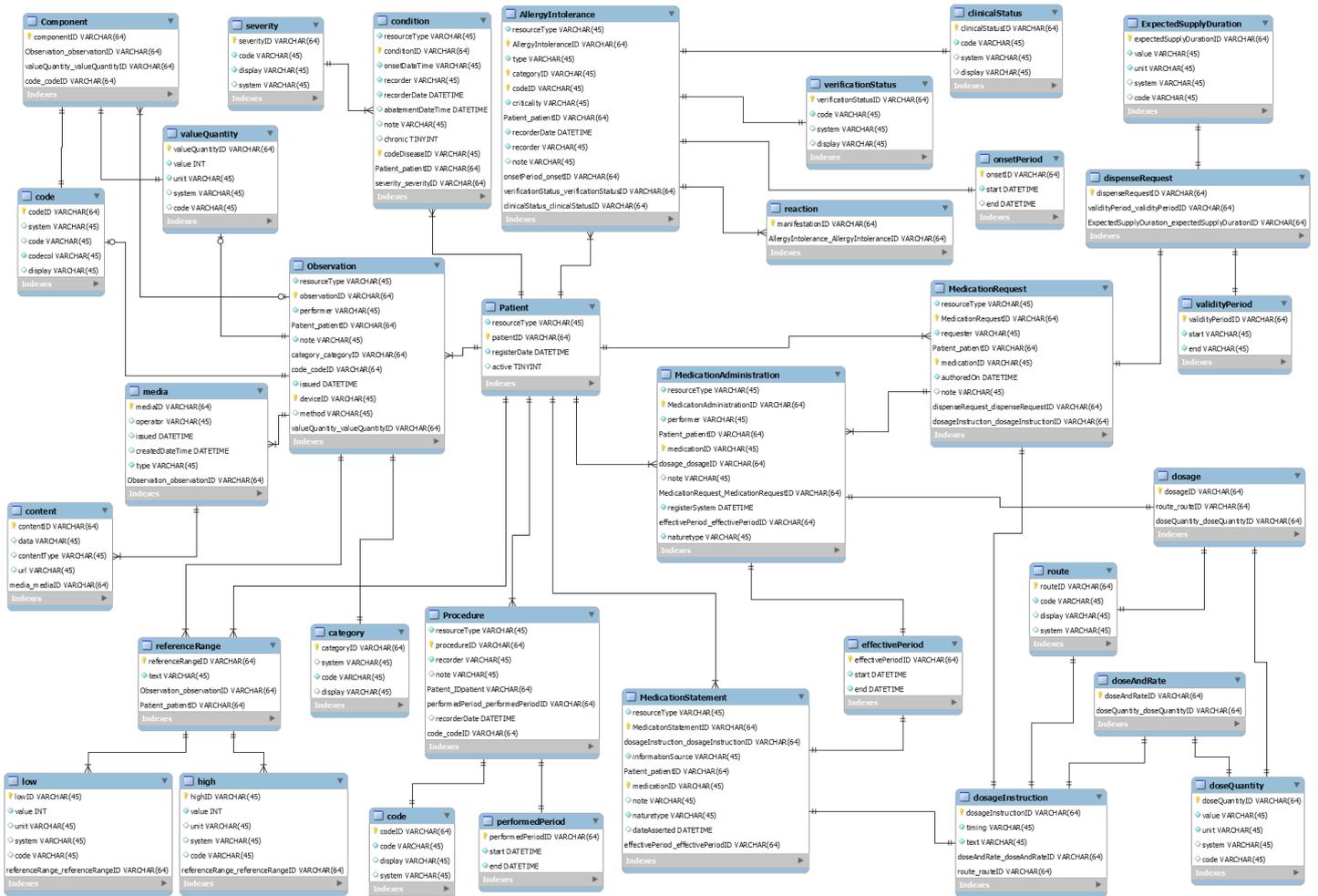
Velte, L. M. (2011). *Repositório de registos electrónicos de saúde baseado em openehr* (Doctoral dissertation, Master's thesis, Universidade de Aveiro-Departamento de Electrónica e Telecomunicações).

Weatherston, D. (n.d.). *FHIR and the Promise of Interoperability (IoH Series Part 1 of 6) | Smile CDR*. [www.smilecdr.com](http://www.smilecdr.com). Retrieved January 4, 2022, from <https://www.smilecdr.com/our-blog/ioh-part-1-fhir-interoperability>

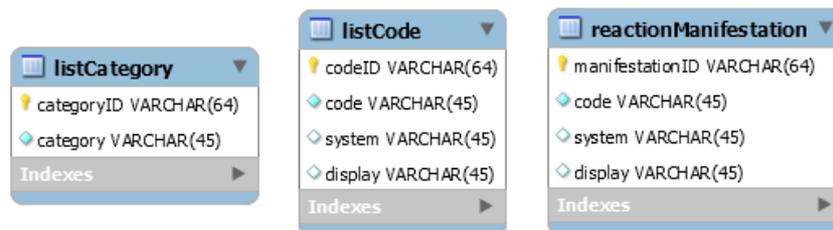
Your europe. (2021, March 26). *Proteção de dados ao abrigo do RGPD*. Retrieved December 22, 2021, from [Your Europe](https://europa.eu/youreurope/business/dealing-with-customers/data-protection/data-protection-gdpr/index_pt.htm) website: [https://europa.eu/youreurope/business/dealing-with-customers/data-protection/data-protection-gdpr/index\\_pt.htm](https://europa.eu/youreurope/business/dealing-with-customers/data-protection/data-protection-gdpr/index_pt.htm)



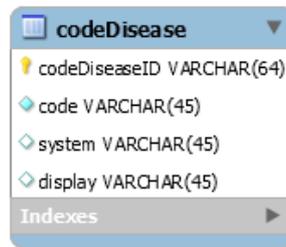
# APÊNDICE I – NOVO MODELO DE DADOS DO MHR



# APÊNDICE II – MODELO DE DADOS DO MICROSERVIÇO DAS ALERGIAS E INTOLERÂNCIAS

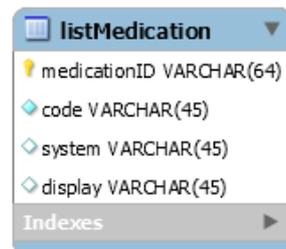


## APÊNDICES III – MODELO DE DADOS DO MICROSERVIÇO DAS DOENÇAS



codeDisease	
codeDiseaseID	VARCHAR(64)
code	VARCHAR(45)
system	VARCHAR(45)
display	VARCHAR(45)
Indexes	

## APÊNDICES IV – MODELO DE DADOS DO MICROSERVIÇO DA MEDICAÇÃO



listMedication	
medicationID	VARCHAR(64)
code	VARCHAR(45)
system	VARCHAR(45)
display	VARCHAR(45)
Indexes	