



CATÓLICA

ESCOLA SUPERIOR DE BIOTECNOLOGIA

PORTO

SERVIDOR DE TERMINOLOGIAS CLÍNICAS BASEADO EM HL7 FHIR COMO
FERRAMENTA DE INTEROPERABILIDADE SEMÂNTICA

por

Daniela Filipa Fonseca Vasques

outubro, 2022



CATÓLICA

ESCOLA SUPERIOR DE BIOTECNOLOGIA

PORTO

SERVIDOR DE TERMINOLOGIAS CLÍNICAS BASEADO EM HL7 FHIR COMO FERRAMENTA DE INTEROPERABILIDADE SEMÂNTICA

Relatório de Estágio apresentado à Escola Superior de Biotecnologia da Universidade
Católica Portuguesa para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Biomédica

por

Daniela Filipa Fonseca Vasques

Orientador (Empresa): Doutor José Barros Guerra

Supervisora (Empresa): Mestre Catarina Lopes Alves

Tutor (Universidade): Professor Doutor João Paulo Ferreira

outubro, 2022

Aos meus pais, ao meu irmão e à minha avó,
por serem o esteio da minha vida.

Resumo

A partilha de dados no setor da saúde é essencial para tornar possível a transformação digital, todavia é um dos principais desafios atualmente a nível global, sendo agravado pela heterogeneidade e o grande volume de informação gerado pelos sistemas tecnológicos.

Uma das principais soluções para garantir a interoperabilidade de dados é o uso de *standards* no âmbito da saúde que uniformizam a definição de conceitos clínicos relevantes entre diferentes instituições. Neste contexto, surge o *Fast Healthcare Interoperability Resources* (HL7 FHIR), um padrão de comunicação e modelação de dados em saúde e as terminologias normativas, tal como o *Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms* (SNOMED-CT) ou o *Logical Observation Identifiers Names and Codes* (LOINC), que facilitam a partilha de informação entre diferentes sistemas. Para garantir o mapeamento e gestão de diferentes terminologias (*standards* ou locais) é ainda indispensável a utilização de um servidor de terminologias.

Assim, o principal objetivo deste trabalho, desenvolvido ao longo de um estágio na Glintt, é a conceção de uma proposta de um servidor de terminologias clínicas baseado em HL7 FHIR como ferramenta de interoperabilidade semântica, de modo a permitir fazer o mapeamento entre terminologias dos diferentes clientes e, por conseguinte, melhorar o atendimento médico e a prestação de cuidados.

No total realizaram-se três ciclos iterativos da metodologia *Action Research*. Primeiramente, fez-se o levantamento dos requisitos funcionais e não funcionais do servidor, assim como se idealizaram modelos representativos da interação administrador-servidor de terminologias. Seguidamente, construíram-se *mockups* e fez-se a conceptualização de toda a interface visual do servidor. Numa terceira e última fase, foi implementada uma prova de conceito tendo por base a especificação definida.

Posto isto, os objetivos propostos inicialmente foram cumpridos com sucesso, todavia serão necessárias mais iterações de desenvolvimento até que a solução promova efetivamente a interoperabilidade semântica nos sistemas de informação em saúde e comece a introduzir melhorias significativas neste setor.

Palavras-chave: HL7 FHIR; interoperabilidade; servidor de terminologias; terminologias clínicas.

Abstract

The sharing of data in the health sector is crucial in enabling digital transformation. However, it remains one of the biggest challenges faced today globally, being magnified by both the diversified and the large volume of information generated by technological systems.

One of the main solutions to ensure data interoperability is the use of health patterns that standardize the definition of relevant clinical concepts between different institutions. Furthermore, the Fast Healthcare Interoperability Resources (HL7 FHIR) emerges, this is a standard of communication and modelling of health data and normative terminologies, such as the Systematized Nomenclature of Medicine - Clinical Terms (SNOMED-CT) or the Logical Observation Identifiers Names and Codes (LOINC), which facilitate the sharing of information between different systems. To ensure the mapping and management of different terminologies (standards or locals), the use of a terminology server is still crucial.

Thus, the main goal of this report, developed over an internship at Glintt, is to design a proposal of a clinical terminology server based on HL7 FHIR as a semantic interoperability tool, in order to enable the mapping of different customer terminologies and, therefore, improve the health care delivery.

In total, three iterative cycles of the Action Research methodology were performed. First, the functional and non-functional requirements of the server were identified, and models representative of the terminology administrator-server interaction were also generated. Subsequently, mockups were built and the entire visual interface of the server was conceptualized. In a third and final phase, a proof of concept was implemented based on the defined specification.

Hence, the objectives initially proposed were successfully achieved, however there is still a need to develop more iterations until the solution effectively promotes semantic interoperability in health information systems and begins to introduce significant improvements in this sector.

Keywords: HL7 FHIR; interoperability; terminology server; clinical terminologies.

Agradecimentos

Aos meus Pais, por todo o companheirismo, amor, cumplicidade e valores que me inculcaram. Obrigada por torcerem por mim como mais ninguém o faz e por serem os melhores amigos que poderia ter. Palavras houvesse para descrever o apoio absoluto que me dão, seriam sempre ínfimas diante do vosso amor incondicional. Por tudo isto, as minhas conquistas serão sempre vossas também.

Ao Luís, o meu irmão, por ser o maior exemplo de perseverança e sensatez que tenho na vida. Por ser sempre a pessoa a quem recorro quando mais preciso, por acreditar mais em mim do que eu própria e por me saber dizer sempre o que mais preciso de ouvir. Fazes-me acreditar que desde que nos tenhamos um ao outro, vai sempre tudo ficar bem. Espero um dia ser, pelo menos, um terço daquilo que és.

À minha querida avó Elvira, a minha estrela guia. Ensinaste-me tudo o que sou; a viver o presente e a não fazer planos, mas acima de tudo, ensinaste-me que é sobre ser e não sobre ter. Obrigada por tudo “*slonguil*”, seremos sempre uma da outra. Viverás eternamente em mim.

À minha família por todo o afeto, incentivo e apoio demonstrados não só nesta, mas em todas as etapas da minha vida. Era tudo mais difícil sem vós.

À Glintt, agradeço a oportunidade de poder ter realizado um estágio numa área do meu interesse. Em especial, a toda a equipa VIEWER, por todos os conselhos, por toda a paciência e por se terem demonstrado sempre disponíveis para o que precisasse.

Ao Doutor José Barros Guerra, o meu orientador, e à Catarina Lopes Alves, a minha supervisora, a quem agradeço toda a paciência e apoio. As questões que me foram dirigindo permitiram abrir novos horizontes de pensamento e os ensinamentos que me transmitiram serão decerto essenciais para a próxima etapa que se segue.

Ao Professor Doutor João Paulo Ferreira pela incansável ajuda e orientações que tanto contribuíram para este trabalho. Estarei eternamente grata por toda a sua dedicação e disponibilidade demonstradas.

À Escola Superior de Biotecnologia, a minha segunda casa, na figura de todo o corpo docente, assistentes e técnicos de laboratório, estarei eternamente grata por toda a convivência e conhecimento partilhado, que tanto contribuem para o meu êxito pessoal e profissional.

Ao Tomás Pimentel, pela paciência, companheirismo e apoio incondicional. Sorte a minha ter-te encontrado. Resta-me agradecer-te por seres um pilar na minha vida, por nunca teres medido esforços para me ajudar e por me incentivares a superar-me todos os dias.

Às minhas amigas, em especial às amigadas para a vida que a faculdade me deu, que me acompanham desde o primeiro dia e que vivem as minhas vitórias como se vossas se tratassem. Agradeço a todas por estarem sempre lá quando mais preciso e por me terem proporcionado tantos momentos inesquecíveis, vocês sabem quem são.

A todos vós, estarei eternamente grata.

(...) “Porque cada um, independente das habilitações que tenha, ao menos uma vez na vida fez ou disse coisas muito acima da sua natureza e condição, e se a essas pessoas pudéssemos retirar do quotidiano pardo em que vão perdendo os contornos, ou elas a si próprias se retirassem de malhas e prisões, quantas mais maravilhas seriam capazes de obrar, que pedaços de conhecimento profundo poderiam comunicar, porque cada um de nós sabe infinitamente mais do que julga e cada um dos outros infinitamente mais do que neles aceitamos reconhecer.” (...)

José Saramago

Índice

Lista de figuras	X
Lista de tabelas	XIII
Lista de abreviaturas.....	XIV
1. Introdução.....	17
1.1. Contexto.....	17
1.2. Estado da arte.....	18
1.2.1. Transformação digital	18
1.2.2. Digitalização no setor da saúde	19
1.2.3. Interoperabilidade.....	21
1.2.4. Existência de <i>standards</i>	23
1.2.4.1. Health Level Seven International	25
1.2.4.2. Terminologias normativas no âmbito da saúde	28
1.2.5. Servidores de terminologias	32
1.3. Problema.....	34
1.3.1. Principais desafios da interoperabilidade	34
1.4. Objetivos.....	35
1.5. Estrutura do relatório	35
2. Materiais e Métodos	37
2.1. Metodologia: <i>Action-Research</i>	37
2.2. Caso de uso: Exemplo atual em Portugal	39
2.3. Modelo de dados.....	42
2.3.1. HL7 FHIR	42
2.3.1.1. Recursos.....	43
2.3.1.2. Exemplo de um recurso: <i>Patient</i>	45
2.3.1.3. Módulo de terminologia	46
2.3.1.4. Críticas ao HL7 FHIR.....	50

3. Resultados e Discussão.....	52
3.1. Solução proposta.....	52
3.2. Interação administrador-servidor de terminologias.....	54
3.3. Requisitos funcionais do servidor de terminologias.....	56
3.4. Requisitos não funcionais do servidor de terminologias.....	59
3.5. <i>Design</i>	63
3.5.1. Autenticação e ecrãs principais.....	64
3.5.2. <i>Create</i>	65
3.5.3. <i>Search</i>	67
3.5.4. <i>Browse</i>	68
3.6. Prova de conceito.....	72
4. Conclusões gerais.....	75
5. Trabalho Futuro.....	78
Apêndices.....	79
Apêndice A. MCDT realizados em Entidades Convencionadas em Portugal entre 2014 e 2022.	79
Apêndice B. Modelo de maturidade HL7 FHIR.....	82
Apêndice C. <i>Design</i> do servidor de terminologias.....	83
Apêndice D. Elaboração de um <i>CodeSystem</i> para testar.	92
Apêndice E. Operações funcionais decorrentes da prova de conceito.....	97
Bibliografia.....	99

Lista de figuras

Figura 1.1 – Escritórios da Glintt a nível internacional (Glintt, 2022a).	17
Figura 1.2 – Perspetivas e recomendações da interoperabilidade que se encontra organizada em diferentes dimensões (European Commission, 2014).	22
Figura 2.1 – Etapas do ciclo de <i>Action-Research</i> proposto por Kemmis e McTaggart (2007).	38
Figura 2.2 – Total dos encargos com o setor convencionado, nas diferentes áreas de MCDT, em Portugal, no período compreendido entre 2014 e 2022 (SNS, 2022a).	40
Figura 2.3 – Soma dos encargos com o setor convencionado e do número de requisições aviadas, em Portugal, no período compreendido entre 2014 e 2022 (SNS, 2022b).	41
Figura 2.4 – As cinco categorias dos recursos FHIR, assim como a contextualização dos mesmos (HL7 FHIR, 2022c).	44
Figura 2.5 – Exemplo genérico de um recurso <i>Patient</i> no formato JSON em HL7 FHIR (Johner Institute, 2021).	46
Figura 2.6 – Principais estruturas relacionadas com a terminologia primária e as relações que estabelecem entre si (HL7 FHIR, 2022f).	47
Figura 2.7 – Mapeamento entre a classificação ICD e o SNOMED CT (International Health Terminology Standards Development Organisation, 2021).	50
Figura 3.1 – Caso de uso do mecanismo de sindicância do ST proposto.	53
Figura 3.2 – Caso de uso do mecanismo do módulo de autenticação no ST proposto.	54
Figura 3.3 – Caso de uso do módulo de pesquisa, edição, criação, importação e validação do ST proposto.	55
Figura 3.4 – Página inicial do <i>BackOffice</i> na qual o utilizador se poderá autenticar.	64
Figura 3.5 – Ecrã principal do separador do ST no <i>BackOffice</i> do VIEWER.	65
Figura 3.6 – Painel relativo à ação de criar um VS no separador do ST.	66

Figura 3.7 – Painel relativo à pesquisa de um conceito ativo num CS no separador do ST...	68
Figura 3.8 – Painel principal do <i>Browse</i> no separador do ST.....	69
Figura 3.9 – Painel do <i>Browse</i> relativo à pesquisa dos VS a que um determinado conceito pertence no separador do ST.....	69
Figura 3.10 – Painel do <i>Browse</i> relativo à pesquisa de um termo num determinado VS no separador do ST.....	70
Figura 3.11 – Informação detalhada do conceito ativo pesquisado, nomeadamente, <i>Fatty degeneration of heart</i>	71
Figura C-1 – Página na qual o utilizador já registado poderá recuperar a sua <i>password</i> , no caso de se esquecer da mesma.....	83
Figura C-2 – Página que aparecerá ao utilizador no caso de inserir incorretamente a sua <i>password</i>	83
Figura C-3 – Painel relativo à ação de criar objetos HL7 FHIR no separador do ST.....	84
Figura C-4 – Painel relativo à ação de pesquisar conceitos em objetos HL7 FHIR no separador do ST.....	84
Figura C-5 – Painel relativo à ação de criar um CS no separador do ST.....	85
Figura C-6 – Painel relativo à ação de criar um CM no separador do ST.....	86
Figura C-7 – Painel relativo à ação de criar um VS no separador do ST, com exemplos das opções selecionáveis disponíveis, assim como do <i>user assistance</i>	87
Figura C-8 – Painel relativo à ação de pesquisa de um conceito num VS no separador do ST.....	88
Figura C-9 – Painel relativo à ação de pesquisa de um conceito num CM no separador do ST, com exemplos das opções selecionáveis disponíveis.....	88
Figura C-10 – Painel relativo à pesquisa de um conceito inativo no SNOMED CT no separador do ST.....	89

Figura C-11 – Informação detalhada do conceito inativo pesquisado, nomeadamente, HIV <i>seropositivity</i>	90
Figura C-12 – Painel do <i>Browse</i> relativo à pesquisa dos CM a que um determinado conceito pertence no separador do ST.	90
Figura C-13 – Painel do <i>Browse</i> relativo à pesquisa dos CS a que um determinado conceito pertence no separador do ST.	91
Figura E-1 – Operação \$expand do recurso VS.....	97
Figura E-2 – Operação \$validate-code do recurso VS.....	97
Figura E-3 – Operação \$lookup do recurso CS.	97
Figura E-4 – Operação \$validate-code do recurso CS.....	98
Figura E-5 – Operação \$subsumes do recurso CS.....	98
Figura E-6 – Operação \$translate do recurso CM.	98

Lista de tabelas

Tabela 1.1 – Análise comparativa do HL7 v2 e v3 com HL7 FHIR. (HL7 International, 2022b, 2022c; HL7 FHIR, 2022b; Bender & Sartipi, 2013).....	26
Tabela 1.2 – Algumas das diferentes terminologias normativas no âmbito da saúde (Vreeman & Richoz, 2015; Centro de Terminologias Clínicas, 2022).....	29
Tabela 2.1 – Descrição das etapas seguidas no método de <i>Action-Research</i>	38
Tabela 2.2 – Código de uma mamografia em duas instituições de saúde distintas, assim como o respetivo código no <i>standard</i> LOINC (LOINC, 2022b).....	41
Tabela 2.3 – Operações suportadas pelo recurso CS (HL7 FHIR, 2022h).	48
Tabela 2.4 – Operações suportadas pelo recurso VS (HL7 FHIR, 2022i).	49
Tabela 2.5 – Operações suportadas pelo recurso CM (HL7 FHIR, 2022j).....	49
Tabela 3.1 – Comparação, ao nível da presença dos principais requisitos funcionais, entre os diferentes ST existentes no mercado (● disponível, ○ parcialmente disponível, – indisponível) (Williams, 2017; International Health Terminology Standards Development Organisation, 2020).....	57
Tabela 3.2 – Comparação, ao nível da presença dos principais requisitos não funcionais, entre os diferentes ST existentes no mercado (● disponível, ○ parcialmente disponível, – indisponível) (Williams, 2017).	62
Tabela 3.3 – Funcionalidades e operações HL7 FHIR disponíveis na prova de conceito para cada recurso (● funcionalidade disponível, ○ funcionalidade indisponível).	73
Tabela A-1 – Total de requisições aviadas (A) e de encargos do SNS com o setor convencionado em euros (B), nas diferentes áreas de MCDT em Portugal, no período compreendido entre 2014 e 2022 (adaptado de SNS (2022a)).....	79
Tabela B-1 – Níveis do Modelo de Maturidade HL7 FHIR (Benson & Grieve, 2021, p. 100; HL7 FHIR, 2022e).	82

Lista de abreviaturas

ANSI – American National Standards Institute

API – Application Programming Interface

ASCII – American Standard Code for Information Interchange

ATC – Anatomical Therapeutic Chemical

CM – Concept Map

CNPEM – Código Nacional para a Prescrição Eletrónica de Medicamentos

CS – Code System

CSIRO – Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation

EHR – Electronic health record

EUA – Estados Unidos da América

FMM – Modelo de Maturidade FHIR

FSN – Fully Specified Name

Glintt – Global Intelligent Technologies

HL7 FHIR – Fast Healthcare Interoperability Resources

HL7[®] – Health Level Seven International

HTTP – HyperText Transfer Protocol

ICD – International Classification of Diseases

ICD-O – International Classification of Diseases for Oncology

ICD-PCS – ICD-10 Procedure Coding System

ICF – International Classification of Functioning, Disability and Health

ICNP – International Classification for Nursing Practice

ICPC – International Classification of Primary Care

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers

IHE – Integrating the Healthcare Enterprise

IHTSDO – International Health Terminology Standards Development Organization

ISO – International Organization for Standardization

JSON – JavaScript Object Notation

LOINC – Logical Observation Identifiers Names and Codes

MCDT – Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica

NCTS – National Clinical Terminology Service

NS – NamingSystem

OMS – Organização Mundial de Saúde

p. – Página

pp. – Páginas

RESTful – Representational State Transfer

RIM – Reference Information Model

SIS – Sistemas de informação em saúde

SNOMED-CT – Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms

SNS – Sistema Nacional de Saúde

ST – Servidor de terminologias

TC – TerminologyCapabilities

TI – Tecnologia de Informação

TNM – Classification of Malignant Tumours

UMLS – Unified Medical Language System

URI – Uniform Resource Identifier

URLs – Uniform Resource Locators

VS – Value Set

XML – Extensible Markup Language

1. Introdução

No presente capítulo consta uma breve contextualização dos problemas identificados que levaram à elaboração do presente projeto, assim como é explorado o estado da arte atual. Adicionalmente, é exposta uma breve descrição da problemática e dos principais objetivos a alcançar. Posteriormente, apresenta-se ainda a estrutura do documento.

1.1. Contexto

O presente projeto surge no âmbito da conclusão do Mestrado em Engenharia Biomédica da Escola Superior de Biotecnologia da Universidade Católica Portuguesa. O tema escolhido para desenvolver no âmbito do Estágio foi proposto pela Glintt, sendo o principal objetivo a procura por uma ferramenta de interoperabilidade semântica, uma vez que atualmente a sua falta nos sistemas de informação em saúde (SIS) tem um grande impacto neste setor.

A Glintt é uma empresa multinacional de origem portuguesa que se distingue pela sua grande aposta na inovação tecnológica, sendo a consultoria e os serviços tecnológicos as suas principais áreas de atuação. A empresa é líder ibérica no mercado *Healthcare* e líder no mercado *Pharma*, nos setores público e privado, em Portugal, tendo variadas soluções implementadas em mais de 430 hospitais, 600 clínicas e 14 000 farmácias em Portugal e Espanha (Figura 1.1). Encontram-se presentes em 17 comunidades autónomas de Espanha e contam com cerca de 4 700 clientes em Portugal e 10 500 clientes na Europa, o que lhes permite atingir um universo de aproximadamente 1 150 trabalhadores (Glintt, 2022a).

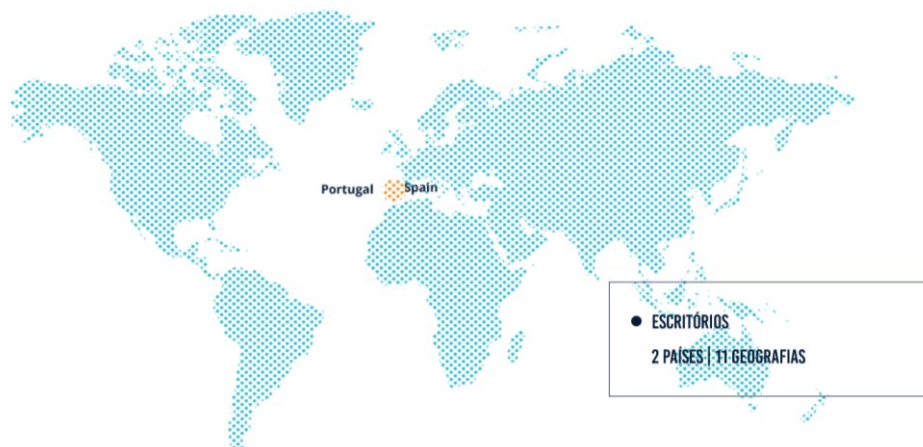


Figura 1.1 – Escritórios da Glintt a nível internacional (Glintt, 2022a).

Foca-se em cinco mercados diferentes, nomeadamente os mercados *Pharma* e *Healthcare*, sendo estes dois os principais mercados de atuação, bem como nos mercados *Financial Services*, *Telecommunications* e *Public Sector*, através da *Nexllence*, uma marca lançada recentemente pela Glintt (Glintt, 2022a).

Uma das soluções mais promissoras desta empresa diz respeito à plataforma VIEWER, que visa agregar toda a informação dos utentes num só serviço, permitindo assim prestar auxílio aos profissionais de saúde ao nível de registos clínicos do quotidiano hospitalar e reduzir o tempo de tomada de decisão médica (Glintt, 2022b).

1.2. Estado da arte

A presente secção descreve a forma como a transformação digital tem vindo a ser revolucionária, em particular no setor da saúde, e a forma como a aceleração da digitalização na saúde tem tornado este setor mais eficiente. Ademais, são descritos os *standards* mais utilizados atualmente, sendo ainda feita uma análise aos servidores de terminologias (ST) existentes no mercado.

1.2.1. Transformação digital

A transformação digital, que se tornou um fenómeno no século XXI, tem como objetivo otimizar uma determinada entidade, desencadeando alterações consideráveis nas suas propriedades, através da combinação de tecnologias de informação (TI), computação, comunicação e conectividade (Kraus *et al.*, 2021).

A *digitization* e a *digitalization* são duas fases prévias à transformação digital, fundamentais para que se atinja efetivamente esta última fase. Primeiramente, a *digitization* diz respeito à conversão de informações que inicialmente se encontravam no formato analógico, para um formato digital, de forma a que os computadores consigam processar, armazenar e transmitir tais informações. Em segundo lugar, a *digitalization* consiste na ampla utilização de TI para estimular ou alterar os modelos de negócio existentes, o que se repercute numa coordenação mais eficiente de toda a organização. Posto isto, o foco centraliza-se não só nas melhorias processuais com a automação, como também na melhoria do *engagement* e da interação organização-cliente. Por último, a transformação digital corresponde à fase mais abrangente e resulta da mudança que ocorre no ambiente corporativo com a adoção de um novo desenho organizacional, que se consubstancia no desenvolvimento de novos modelos de negócio para criar valor e uma vantagem competitiva no mercado (Pagani & Pardo, 2017).

A sua utilização é transformadora, na medida em que permite também melhorias nas interações com fornecedores, clientes e a própria concorrência. Tal como referido, pode ainda traduzir-se numa vantagem competitiva, dado que possibilita que a organização se foque, simultaneamente, no aprimoramento das suas competências já existentes, assim como na criação e desenvolvimento de novo conhecimento (Verhoef *et al.*, 2021). A disrupção digital

tem sido transversal à maioria dos setores, com a valorização dos serviços digitais, dada a simbiose que estabelece com a possibilidade de impulsionar o crescimento de modelos de negócios já existentes ou a criação de novos, afetando todos os níveis de negócios e da sociedade, sendo que o setor da saúde não é exceção (Haggerty, 2017).

Assim sendo, a transformação digital vem dar resposta a um dos maiores desafios da saúde pública atualmente, nomeadamente a necessidade de melhorar os resultados dos pacientes e, simultaneamente, de redução do custo dos serviços prestados. Tal é possível através da criação de uma base de dados de saúde e da integração de novas tecnologias como a *Internet of Things*, *Machine Learning* e Inteligência Artificial, que possibilitam a implementação de sistemas automatizados (Gopal *et al.*, 2019). A transformação digital tem um efeito muito positivo no setor da saúde, que se reflete diretamente no aumento da segurança, da qualidade do atendimento ao público e da prestação de serviços de saúde (Verhoef *et al.*, 2021).

Alguns dos serviços integrados nos sistemas de TI de variadas organizações de saúde resultam da ávida necessidade de permitir o acesso contínuo e seguro, por parte dos profissionais de saúde, aos dados dos seus pacientes, de modo a assegurar um tratamento adequado, seguro e eficaz. A possibilidade de ter acesso em tempo real ao historial médico do paciente de uma forma simples e eficiente constitui o ponto de viragem para um atendimento mais coeso, seguro e bem-sucedido (Haggerty, 2017).

Todavia, existem alguns desafios associados à transformação digital no seio das organizações de saúde, nomeadamente a resistência por parte do mercado em descentralizar os dados, assim como a necessidade de existir uma infraestrutura de TI adequada, para que se possa salvaguardar a qualidade dos dados, o seu correto armazenamento, a validação da informação e, sobretudo, a garantia da proteção da privacidade de dados. A segurança das redes prevalece como sendo uma tarefa complexa em todo o espectro do setor da saúde, sendo imprescindível não só por questões de necessidade de proteger os dados dos seus pacientes, mas também por ser exigido, segundo os termos da lei, que tal seja garantido (Haggerty, 2017).

1.2.2. Digitalização no setor da saúde

O desempenho dos SIS é resultado, em grande parte, da evolução tecnológica neste setor e do consequente processo contínuo de digitalização dos serviços de saúde. A situação pandémica de COVID-19 teve um impacto bastante positivo nesta área, uma vez que implicou uma maior dependência da saúde digital e, por conseguinte, possibilitou, de forma generalizada, aumentar a adoção de tecnologias digitais de saúde (Glantt, 2022c).

A forma como os dados em saúde são obtidos, organizados, processados, armazenados e analisados, tem-se tornado cada vez mais relevante, dado que o seu potencial pode ser elevado. A todo o momento, há uma quantidade exponencial de dados a serem gerados neste setor, pelo que, atualmente, aproximadamente 30% do volume de dados mundial é gerado apenas pelo ecossistema de saúde (Gopal *et al.*, 2019). O forte desenvolvimento tecnológico nesta área é, por isso, fundamental, uma vez que apresenta diversos benefícios que se repercutem diretamente no aumento de eficiência de variadas vertentes do processo de prestação de cuidados ao paciente.

Com a digitalização e consequente maior disponibilidade de dados, tem-se verificado uma melhoria na vigilância da saúde pública, uma redução drástica de exames adicionais e por vezes redundantes, assim como uma diminuição de ambiguidades provocadas pela caligrafia ilegível do profissional de saúde. Permite ainda aumentar tanto a segurança dos pacientes, como dos profissionais de saúde, a otimização do tempo, bem como facilita o acesso às informações disponíveis do paciente, de modo a garantir a contínua prestação de cuidados. Adicionalmente, podem inclusive ser utilizados para a previsão de tendências de certos parâmetros do estado clínico de pacientes hospitalizados, servindo assim como suporte à decisão clínica (*clinical decision support systems*). Deste modo, é possível não só otimizar a eficiência das instituições de saúde, assim como prever as suas necessidades futuras (Dash *et al.*, 2019).

Recentemente, a iniciativa *Connected Healthcare*, que resulta de uma parceria entre o COTEC Portugal e a Católica Porto Business School permitiu entender o impacto que a digitalização poderia ter na maximização dos recursos do Sistema Nacional de Saúde (SNS). Através da realização de quatro *case studies* em diferentes regiões, foi possível identificar múltiplos benefícios, dos quais se destacam, a redução do risco clínico e do número de óbitos, o aumento da eficiência no uso dos recursos humanos e financeiros e uma melhoria na qualidade do serviço. Adicionalmente, foi possível entender o papel que a digitalização poderá ter a nível do circuito da medicação, permitindo uma melhor coordenação na prestação de cuidados, pois através da implementação de *standards* e de um sistema *fast-track*, foi possível ter acesso a informação fundamental sobre os fármacos, assim como rastreá-los, desde a entrada na farmácia hospitalar até à sua entrega ao doente, garantindo assim os “cinco certos da administração terapêutica” – paciente certo, com o medicamento certo, na dose certa, à hora certa e pela via de administração certa (Carvalho, 2020).

Todavia, o enorme volume de dados não é o maior desafio no setor da saúde, mas sim a heterogeneidade de dados do paciente, nomeadamente os seus medicamentos, diagnósticos, tratamentos, informações demográficas, informações de seguro, entre outros. Ademais, a ampla

gama de serviços e especialidades médicas leva a que cada especialidade trabalhe de forma particular e diferente, quando os sistemas de informação utilizados pelas diferentes especialidades deveriam funcionar em conjunto e em perfeita sintonia, o que requer interoperabilidade (Benson & Grieve, 2021, p. 14). Além disso, há ainda a questão da veracidade dos dados, pois é essencial que os dados sejam precisos e confiáveis, para que se possa garantir uma tomada de decisão acertada, sem comprometer a saúde dos pacientes (Gopal *et al.*, 2019).

Note-se que para que haja a transição para a digitalização plena, é igualmente necessário enfrentar outros obstáculos, tais como: a resistência à mudança; o baixo investimento em TI pela incerteza de retorno; preocupação com a proteção dos dados; falta de interoperabilidade que dificulta a partilha de informação e o grau de fiabilidade dos dados, pois quanto maior for, mais garantias há da qualidade e segurança dos sistemas de saúde, sendo assim considerados pouco propícios a erros ou falhas (Torres, 2017).

1.2.3. Interoperabilidade

Como mencionado anteriormente, a interoperabilidade entre SIS é um tema que desperta muitas atenções, sendo um dos principais objetos de estudo atualmente. De acordo com Gordon e Catalini (2018), a interoperabilidade consiste na capacidade de comunicação e troca de informação por dois ou mais sistemas de TI e na forma como a mesma é utilizada, sem especial esforço por parte do utilizador. Na saúde, a interoperabilidade cria um espaço para solucionar, através de uma interface única, a permuta e a reutilização de informação heterogénea, armazenada em diferentes locais, tanto a nível externo como interno, de forma precisa, eficiente e segura. O principal objetivo é preservar a finalidade clínica dos dados, segundo um determinado contexto, pelo que é necessário a adoção de normas tanto para o formato das mensagens, como para o conteúdo (Farinelli & Almeida, 2014; Ashrafi *et al.*, 2018).

A interoperabilidade surge então como a resposta lógica para apoiar a prestação de cuidados de saúde, pois a disponibilidade de dados clínicos por todas as unidades e profissionais de saúde irá assegurar melhorias na assistência, na segurança e no tratamento médico prescrito aos pacientes. A perspetiva de Benson e Grieve (2021) corrobora estas declarações, pois segundo os mesmos “a interoperabilidade é necessária para fornecer informações quando e onde for necessária, facilitar uma tomada de decisão mais rápida e sólida, reduzir o desperdício através da redução de trabalhos repetidos e melhorar a segurança com menos erros” (p.3). Isto é, gera menos resíduos, melhora a segurança dos pacientes, garante um atendimento mais rápido, dispensando o tempo outrora necessário para preencher fichas de atendimento ou até mesmo

reduzindo o tempo despendido na realização de procedimentos redundantes, primando por uma gestão mais eficiente ao nível do controlo dos custos de saúde (Gordon & Catalini, 2018).

Um relatório recente da Frost e Sullivan (2020) denominado de “*Global Healthcare Interoperability Market, Forecast to 2024*”, sugere uma demanda mundial por sistemas de saúde mais interoperáveis, sendo expectável que o mercado para a interoperabilidade global dos cuidados médicos cresça cerca de 13,8% e alcance 7,96 mil milhões de dólares em 2024, em comparação com os 4,17 mil milhões de dólares em 2019.

Níveis de interoperabilidade

Existem vários modelos de interoperabilidade que, segundo uma visão geral, são bastante semelhantes, diferindo apenas em alguns conceitos, sendo que até à data ainda não existe um consenso sobre qual o mais completo, pois em praticamente todos os sistemas, nenhum atingiu todos os níveis definidos (Benson & Grieve, 2021, p. 21; European Commission, 2020).

Posto isto, decidiu-se assumir um dos modelos mais conhecidos e adotados neste contexto, nomeadamente, o modelo criado e defendido pelo *eHealth Stakeholder Group*, uma importante parte da governação da interoperabilidade a nível da União Europeia (European Commission, 2020). De acordo com este modelo apresentado na Figura 1.2, a interoperabilidade pode ser organizada em interoperabilidade técnica, semântica e organizacional. Os três níveis são interdependentes e idealmente devem ser todos alcançados para se cumprir as iniciativas de partilha de dados e se alcançar benefícios comerciais significativos (European Commission, 2014).

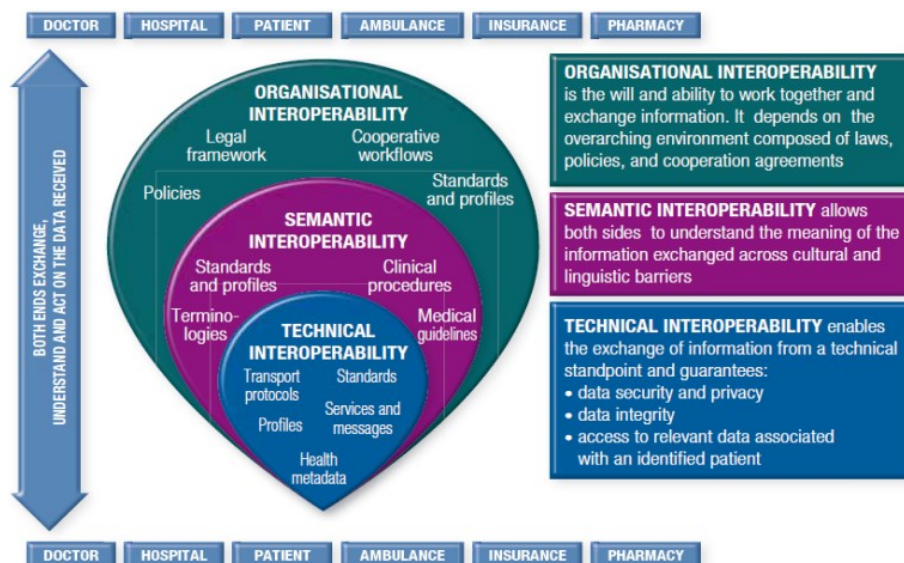


Figura 1.2 – Perspetivas e recomendações da interoperabilidade que se encontra organizada em diferentes dimensões (European Commission, 2014).

No que concerne à interoperabilidade técnica, a mesma respeita a capacidade de partilha de informação por duas ou mais aplicações de tecnologias da informação e da comunicação, assim como de desempenho de uma certa tarefa de forma adequada e precisa, sem necessidade de intervenção do utilizador. Neste sentido, esta camada tecnológica abrange padrões de comunicação, armazenamento e representação da informação partilhada. Atente-se que a maioria das organizações de saúde já alcançou este nível de interoperabilidade (European Commission, 2014).

Em relação à interoperabilidade semântica, esta aborda a capacidade de assegurar que o significado exato da informação trocada é interpretável por qualquer outro sistema ou aplicação, mesmo que estes não tenham sido inicialmente desenvolvidos para esse efeito, de modo a salvaguardar a capacidade do destinatário utilizar essa informação. Por outras palavras, tanto o remetente como o destinatário devem interpretar e compreender os mesmos dados da mesma forma, sem ambiguidade, pelo que a interoperabilidade semântica é específica para o domínio e contexto de determinada informação, sendo que requer o uso de identificadores inequívocos (Benson & Grieve, 2021, p. 22; European Commission, 2014).

A interoperabilidade organizacional, de processo ou de cooperação, diz respeito ao contexto organizacional, ou seja, ao ambiente mais amplo que permite a transferência ininterrupta de informações entre diferentes organizações, regiões e países. Esta camada, que representa o mais alto nível de interoperabilidade segundo o modelo estudado, deve incluir os fatores humanos, assim como a interoperabilidade jurídica que se refere a um quadro jurídico, existente a nível da UE e nacional, que apoia e permite a permuta de dados dentro do próprio país ou entre países, respeitando as implicações legais de tornar a informação amplamente acessível e disponível (European Commission, 2014).

1.2.4. Existência de *standards*

Segundo a *International Organization for Standardization* (ISO), um *standard* diz respeito a um documento, estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido, que descreve, para uso comum e repetido, um conjunto de regras e diretrizes para diferentes atividades, consoante um determinado contexto, visando alcançar o grau ótimo de interoperabilidade (ISO, 2018). A existência de *standards* veio impactar diversos setores da sociedade, sendo que podem ser aplicados em diferentes contextos, de modo a promover a partilha de dados entre sistemas. O setor da saúde não é exceção, sendo que a partilha de dados clínicos entre diferentes SIS, através do uso de *standards*, permite que o sistema seja estruturado

e de fácil compreensão, evitando a segmentação e redundância de dados e garantindo uma maior qualidade dos SIS (Benson & Grieve, 2021, p. 427).

Assim, os *standards* de interoperabilidade facilitam os processos operacionais subjacentes à partilha de informação entre sistemas distintos, sendo que a padronização é essencial para que a interoperabilidade ideal seja efetivamente alcançada (Sansone & Rocca-Serra, 2016). Posto isto, existem múltiplos tipos de *standards*, de acordo com o nível de interoperabilidade, nomeadamente, *standards* técnicos, semânticos e organizacionais.

Quanto aos *standards* técnicos, estes consistem numa tecnologia que torna possível a partilha de dados, na medida em que definem o formato, sintaxe e organização da troca de dados, pelo que se incluem os padrões de comunicação, armazenamento e representação dos dados partilhados, tais como o *Health Level Seven International* (HL7[®]) nas suas diversas versões, nomeadamente v2, HL7 v3 e o HL7 FHIR (HIMSS, 2020).

Relativamente aos *standards* semânticos, também denominados de *standards* de terminologias, incluem-se diversos sistemas de codificação médica, tais como o *International Classification of Diseases* (ICD), o SNOMED-CT ou o LOINC, que devem ser implementados para reduzir conceitos de forma livre em prol de uma ontologia compartilhada de forma segura, adequada e eficiente, com vista a salvaguardar que a informação compartilhada possa ser entendida e utilizada pelo destinatário (Dash *et al.*, 2019). Para que os dados sejam utilizados corretamente, é necessário recorrer a sistemas de mapeamento, segundo a mesma codificação, de modo a que os mesmos sejam integrados num outro formato pretendido. Destaca-se assim a necessidade de criar um sistema de informação interoperável que reúna toda a informação partilhada entre os serviços envolvidos (Cardoso *et al.*, 2017).

Em relação aos *standards* organizacionais, estes referem-se aos *standards* de fluxos de negócio, isto é, consistem na especificação de princípios e procedimentos pelos quais a organização em questão consegue garantir a facilidade de comunicação e partilha de dados entre diferentes entidades (HIMSS, 2020). A título de exemplo, tem-se o caso do *Integrating the Healthcare Enterprise* (IHE), uma iniciativa dos profissionais de saúde e da indústria que visa otimizar o modo como os SIS partilham informações entre si. Posto isto, promovem o uso de padrões como o HL7, para atender às necessidades clínicas do paciente e são responsáveis por publicar *technical frameworks*, isto é, *standards* organizacionais em diferentes áreas, com finalidade de definir uma forma de uniformizar processos entre hospitais. Atente-se que os sistemas desenvolvidos consoante a IHE comunicam melhor entre si, são mais fáceis de implementar e possibilitam que os prestadores de cuidados de saúde utilizem as informações de um modo mais eficaz (IHE International, 2022).

Se os dados não forem interoperáveis, o movimento de dados entre diferentes organizações poderá ser severamente reduzido, o que pode deixar os médicos sem informações-chave para tomar decisões sobre o acompanhamento e estratégias de tratamento para os pacientes, assim como se pode traduzir numa barreira para uma prestação de cuidados descentralizada (Dash *et al.*, 2019). Posto isto, é necessário que exista, a nível de cada instituição, uma vinculação de dados e informações criadas localmente a códigos padronizados, por forma a que se construam pontes entre as ilhas de dados de sistemas isolados e se estabeleça uma linguagem comum. (Vreeman & Richoz, 2015).

A padronização das terminologias é um processo complexo, já que, por um lado, os próprios profissionais de saúde por vezes preferem recorrer aos seus próprios métodos customizados e, por outro lado, os hospitais criam a sua própria terminologia. Assim, duas grandes questões se levantam, nomeadamente, a falta de incentivo na utilização dos padrões disponíveis, assim como a existência de uma vasta gama de padrões no mercado, o que leva a que diferentes organizações optem por uns padrões em detrimento de outros, resultando em diferentes implementações, o que, por corolário, afeta a interoperabilidade (Benson & Grieve, 2021, p. 24).

1.2.4.1. *Health Level Seven International*

HL7® consiste numa organização sem fins lucrativos, fundada em 1987, que desenvolve *frameworks* e *standards* credenciados pela *American National Standards Institute* (ANSI), para a integração e partilha de dados clínicos e administrativos no âmbito da saúde, servindo assim de apoio à gestão e prática clínica. Atualmente, possui membros em mais de 55 países e é apoiada por mais de 1 600 membros (HL7 International, 2022a).

Trata-se, indiscutivelmente, de um dos padrões mais implementados no setor da saúde a nível global atualmente, sendo que fornece a especificação para a troca de dados administrativos e clínicos entre os diferentes SIS (HL7 International, 2022a). Esta norma é bastante abrangente e flexível, sendo que apresenta inúmeras especificações para diversos tipos de partilha de dados clínicos, abrangendo o processo de admissão de pacientes, a gestão financeira, relatórios de observação clínica, entre outros (Vreeman & Richoz, 2015).

Duas das versões mais usadas deste padrão são o HL7 v2, publicado pela primeira vez em 1987 e o HL7 v3, que começou a ser desenvolvido em 1995 (HL7 International, 2022b). Já em 2012, o HL7® desenvolveu um outro padrão de interoperabilidade, denominado de HL7 FHIR (pronunciado *fire*) (Benson & Grieve, 2021, p. 79). A Tabela 1.1 apresenta uma comparação

das principais características das versões do HL7[®], evidenciando os benefícios evidentes que decorrem da utilização do HL7 FHIR.

Tabela 1.1 – Análise comparativa do HL7 v2 e v3 com HL7 FHIR. (HL7 International, 2022b, 2022c; HL7 FHIR, 2022b; Bender & Sartipi, 2013).

Característica	HL7 v2	HL7 v3	HL7 FHIR
Ano de lançamento	1987	1995	2012
Paradigma arquitetónico	Mensagens, campos e registos	Orientado a mensagens	RESTful, mensagens e documentos e serviços
Ontologia semântica	Não	Sim	Sim
Diretamente consumível	Sim	Não	Sim
Tamanho da especificação (páginas)	Centenas	Milhares	Centenas
Exemplos de implementação na especificação	Sim	Mínimo	Sim
Implementações de referência disponibilizados pelo HL7 [®]	Não	Não	Sim
Necessidade de ferramentas especializadas	Sim – <i>parser</i>	Sim – <i>model complier</i>	Não
Compatível com dispositivos móveis	Não	Não	Sim
Suporte da comunidade e da indústria	Elevado	Reduzido	Muito elevado
Grau de adoção	Elevado	Reduzido	Muito elevado
Compatibilidade com outras versões HL7 [®]	Não	Não	Sim
Suporte à codificação internacional	Não, apenas ASCII	Conceitualmente sim	Sim (UTF8)
Tempo de aprendizagem	Aproximadamente semanas	Aproximadamente meses	Aproximadamente semanas

Primeiramente, tem-se que o HL7 v2 é o padrão de transmissão de dados no domínio clínico mais utilizado para o compartilhamento de informações do ramo da saúde entre sistemas a nível mundial. Foi projetado para dar suporte a um sistema central de atendimento ao paciente, bem como a um ambiente mais distribuído, onde os dados residem em sistemas departamentais, sendo que o seu sucesso se deve sobretudo ao seu caráter flexível e adaptável (HL7 International, 2022b). Todavia, expõe algumas limitações, tais como o facto de não existir um processo rigoroso em relação à sua implementação, pois existem diversas estruturas personalizáveis, criando um ambiente ambíguo. Tal impossibilita a realização de testes de conformidade confiáveis e torna o processo de implementação bastante moroso (Benson & Grieve, 2021, p. 443).

Em segundo lugar, o HL7 v3 foi projetado para resolver a maioria dos problemas da versão anterior, permitindo testes de conformidade mais significativos. Diz respeito a um conjunto de especificações baseadas no *Reference Information Model* (RIM), uma metodologia de desenvolvimento orientada a objetos, e constitui-se como um padrão abrangente e rigoroso, representando uma nova abordagem para a troca de informações clínicas (Benson & Grieve, 2021, p. 443). Foca-se na interoperabilidade semântica, garantindo que as informações são apresentadas segundo um determinado contexto clínico, o que assegura que a informação compartilhada entre o sistema de origem e o de destino apresenta o mesmo significado (HL7 International, 2022c).

Ademais, o HL7 v2 define um formato de mensagem simples baseado sobretudo em *American Standard Code for Information Interchange* (ASCII), enquanto a v3 recorre ao formato *Extensible Markup Language* (XML), que por sua vez oferece uma estrutura mais clara para mensagens clínicas com foco na semântica da informação (Antal *et al.*, 2014). Todavia, não obteve o mesmo sucesso da v2, devido a certas limitações, como a sua documentação ser considerada de elevada complexidade e de árdua implementação e, apesar da melhoria evidente na capacidade de realização de testes de conformidade, a mesma não justifica o aumento no custo exigido. Embora tenha alcançado os seus objetivos propostos, a v3 fica aquém dos objetivos mais amplos do HL7[®] de tornar a interoperabilidade menos dispendiosa e mais acessível, com a criação de normas que pudessem competir no mercado da interoperabilidade na saúde (Benson & Grieve, 2021, p. 79).

Para dar resposta a esta questão e às necessidades do mercado de métodos melhores, mais rápidos e acessíveis, o HL7[®] desenvolveu um outro padrão de interoperabilidade, denominado de HL7 FHIR, sendo que, para tal, tiveram em consideração os pontos fortes e fracos dos padrões já existentes (Benson & Grieve, 2021, p. 79). Este padrão de dados de código aberto possibilita uma maior facilidade na integração de dados e equipamentos, o que, por conseguinte, permite a melhoria da prestação de cuidados de saúde, a otimização do fluxo de trabalho, a diminuição da ambiguidade, bem como o aumento da partilha de conhecimento entre as partes interessadas, desde os prestadores de cuidados de saúde a outras organizações de desenvolvimento de padrões (Gopal *et al.*, 2019).

Ao longo da última década, tem-se tornado um dos padrões mais utilizados no mundo para interoperabilidade, pois facilita a partilha de informações entre todas as entidades envolvidas no ecossistema da saúde, o que torna os sistemas de apoio à decisão clínica mais eficazes. Dispõe de facilidade e rapidez de implementação, suporta diversas arquiteturas RESTful (*Representational State Transfer*) e de troca de informações através de mensagens ou

documentos. Ademais, apresenta compatibilidade com outras versões HL7[®] e permite que diferentes normas se possam alavancar mutuamente, salvaguardando um ambiente seguro e confiável. Adicionalmente, dispõe de múltiplas bibliotecas de implementação, possui especificações gratuitas de fácil compreensão e sem quaisquer restrições, suporta diversos padrões *web*, tais como XML, *JavaScript Object Notation* (JSON) e *HyperText Transfer Protocol* (HTTP). Neste contexto, trata-se de uma peça fundamental para facilitar a implementação de *Electronic Health Records* (EHRs) que são essenciais para melhorar a tomada de decisão, na medida em que possibilitam o acesso às informações clínicas mais relevantes do paciente, representando o núcleo da informação digital em saúde (Noumeir, 2019; HL7 FHIR, 2022a).

1.2.4.2. Terminologias normativas no âmbito da saúde

Como referido anteriormente, de forma a homogeneizar o conteúdo da informação no contexto da saúde e para alcançar a interoperabilidade entre SIS, desenvolveram-se terminologias que fornecem um conjunto de códigos, que podem ser usados universalmente para a descrição de casos clínicos, de modo a que todas as observações possam ser compreendidas por todos os sistemas de saúde. Posto isto, importa distinguir os termos, classificação e codificação. Por um lado, a classificação envolve a junção de códigos por classes ou categorias específicas, alocando na mesma classe os conceitos que têm atributos, qualidades ou propriedades em comum. Por outro lado, a codificação diz respeito à alocação de identificadores, por exemplo uma sequência de números e letras, que pode se aplicar a variados objetos ou conceitos, sendo fundamental nas aplicações desenvolvidas nesta área (Benson & Grieve, 2021, pp. 43-44). Existem diversas terminologias no âmbito da saúde, sendo que a maioria se encontra listada na Tabela 1.2.

As terminologias mais amplamente usadas dizem respeito à UMLS, ao SNOMED CT, ao LOINC, ao RxNorm e ao ICD, que se encontram seguidamente descritas. Caso se consiga promover a sinergia entre a utilização destas terminologias e um eficaz uso dos sistemas de informação, torna-se possível otimizar a qualidade dos sistemas de saúde (Bodenreider, 2021).

Tabela 1.2 – Algumas das diferentes terminologias normativas no âmbito da saúde (Vreeman & Richoz, 2015; Centro de Terminologias Clínicas, 2022).

Terminologia normativa	Abreviatura	Descrição
<i>ICD-10 Procedure Coding System</i>	ICD-PCS	Sistema de classificação para procedimentos médicos.
<i>International Classification of Functioning, Disability and Health</i>	ICF	Almeja qualificar a saúde e a incapacidade, tanto a nível individual como a nível da população.
<i>Anatomical Therapeutic Chemical</i>	ATC	Utilizado para classificar fármacos. As substâncias ativas são separadas em grupos consoante o órgão/sistema de atuação e as suas propriedades terapêuticas, farmacológicas e químicas.
<i>Classification of Malignant Tumours</i>	TNM	Visa classificar tumores malignos.
<i>International Classification of Primary Care</i>	ICPC	Reflete as especificidades da prestação de cuidados ao nível dos Cuidados de Saúde Primários. Classifica os dados do paciente e a atividade clínica, tendo em consideração a distribuição de frequência dos problemas observados neste domínio.
<i>International Classification of Diseases for Oncology</i>	ICD-O	Visa a categorização dos tumores e taxas de sobrevivência.
Código Nacional para a Prescrição Eletrónica de Medicamentos	CNPEM	Trata-se de um elemento de referência pertinente para os sistemas de prescrição, dispensa e conferência de medicamentos.
<i>International Classification for Nursing Practice</i>	ICNP	Pretende uniformizar conceitos e catalogar diagnósticos, resultados e intervenções no âmbito da Enfermagem.
<i>Unified Medical Language System</i>	UMLS	Reúne diversos vocabulários e padrões de saúde e biomédicos.
<i>Logical Observation Identifiers Names and Codes</i>	LOINC	Compreende observações laboratoriais e outras observações clínicas.
<i>Systematized Nomenclature of Medicine – Clinical Terms</i>	SNOMED CT	Usada para representar uma ampla gama de informações clínicas.
<i>International Classification of Diseases</i>	ICD	Utilizado para epidemiologia, gestão de saúde e propósitos clínicos, sobretudo para classificar e apresentar estatísticas de mortalidade.
<i>RxNorm</i>	RxNorm	Terminologia que inclui todos os medicamentos disponíveis no mercado dos Estados Unidos da América (EUA).

UMLS

Na década de 1990, a Biblioteca Nacional de Medicina lançou o UMLS, um sistema de integração de terminologias, o qual integra nomes e códigos das principais terminologias biomédicas, assim como termos equivalentes, para permitir a interoperabilidade semântica entre sistemas computacionais, capazes de compreender o vocabulário especializado usado em biomedicina. Consiste, portanto, num vocabulário médico reconhecido a nível internacional, sendo que a versão atual integrou 211 padrões semânticos, 4,26 milhões de conceitos de 15,2

milhões de termos médicos e mais de 10 milhões de relacionamentos. O UMLS (versão 2022AA, lançada a 2 de maio de 2022) pode ser utilizado na melhoria e desenvolvimento de aplicações, que criem, processem, recuperem, integrem, e/ou armazenem dados biomédicos, como EHRs, ferramentas de classificação, dicionários e tradutores (Bodenreider, 2021; Saripalle *et al.*, 2020).

LOINC

LOINC é o padrão internacional e gratuito amplamente adotado para identificar medições laboratoriais médicas, observações clínicas e documentos no âmbito da saúde que permitem a interoperabilidade semântica. Trata-se de uma terminologia desenvolvida pela primeira vez em 1994 pelo Instituto Regenstrief, uma organização de pesquisa médica sem fins lucrativos dos EUA, sendo que atualmente (versão 2.72, lançada a 16 de fevereiro de 2022) existem mais de 40 000 utilizadores em cerca de 170 países e publicaram mais de 80 000 termos, disponíveis em 21 idiomas e dialetos (LOINC, 2022a).

Assim sendo, a codificação LOINC apresenta uma identificação para cada teste realizado, fornecendo ainda códigos para os nomes das observações (por exemplo, cor dos olhos), mas não para a descoberta da observação (por exemplo, olhos azuis), ou seja, providencia um código específico para a observação, mas não para o resultado da mesma. Em suma, esta terminologia fornece a codificação para as perguntas que se colocam, enquanto as restantes terminologias fornecem os códigos de resposta a estas questões, em especial o SNOMED CT (Benson & Grieve, 2021, p. 325). Em Portugal, o LOINC é utilizado como *standard* para a classificação da informação partilhada no domínio dos resultados laboratoriais (Centro de Terminologias Clínicas, 2022).

SNOMED CT

O SNOMED CT (lançado a 31 de maio de 2022) corresponde à terminologia clínica mais abrangente atualmente e é utilizada em sistemas de EHR para facilitar a documentação clínica, a elaboração de relatórios e para analisar dados clínicos. Nesse sentido, possibilita o registo da informação num processo clínico eletrónico, tendo em consideração variados contextos, como sinais e sintomas de doenças ou o contexto social, administrativo, entre outros (Centro de Terminologias Clínicas, 2022). Esta terminologia foi traduzida para várias línguas e implementada com sucesso em todo o mundo, pelo que é comumente considerada a linguagem global para termos no âmbito da saúde. Os conceitos do SNOMED CT têm significados e códigos únicos que se encontram distribuídos hierarquicamente e que

estabelecem relações entre si, agrupando-os de acordo com diferentes critérios (Benson & Grieve, 2021, p. 293).

Publicado pela primeira vez em 2002, contém mais de 300 000 conceitos ativos e cerca de um milhão de descrições em inglês e só pode ser acedido através de *software* especializado. Foi desenvolvido com o intuito de fornecer uma forma padronizada de representar frases clínicas proferidas pelo clínico e permitir a interpretação automática das mesmas. Permite ainda o mapeamento para outras normas internacionais, o que promove a interoperabilidade semântica nos SIS (Benson & Grieve, 2021, p. 293).

ICD

O ICD é um sistema de classificação internacional concebido para a monitorização de doenças, utilizado para comparar e partilhar dados através de uma linguagem comum e consistente a nível global, entre hospitais, regiões e países e ao longo de determinados períodos de tempo. Esta terminologia já existe há mais de um século e atualmente é mantida pela Organização Mundial de Saúde (OMS). Adicionalmente, torna-se bastante útil para identificar tendências e estatísticas no âmbito da saúde a nível global e pode ser também utilizada noutros domínios, nomeadamente de investigação, documentação e financiamento de cuidados de saúde (Benson & Grieve, 2021, p. 275).

Inicialmente, a OMS publicou o ICD-9 em 1977, com cerca de 14 000 diagnósticos e 4 000 códigos de procedimentos. Este conjunto de códigos possui determinadas restrições estruturais e é limitado na sua capacidade de permitir avanços em conhecimentos e técnicas médicas. Posto isto, o ICD-10 foi projetado pela OMS e publicado em 1992, com aproximadamente 69 000 códigos de diagnósticos e 72 000 códigos de procedimentos, sendo utilizado atualmente por 117 países para relatar dados de mortalidade. Esta terminologia é mais específica do que o ICD-9 e permite melhorar a prestação de informação estatística a nível mundial (Benson & Grieve, 2021, p. 275; Horizon NJ Health, 2014).

Em 2018, a OMS lançou o ICD-11 que entrou em vigor a 1 de janeiro de 2022. Esta versão apresenta maior facilidade de utilização, sendo ainda menos propensa a erros face às anteriores, assim como reflete os avanços críticos e atuais na ciência e na medicina, no que tange ao tratamento e prevenção de doenças. Adicionalmente, foram adicionados novos capítulos e secções suplementares (WHO, 2022).

Em Portugal, o ICD-9 é amplamente utilizado desde 1989 para a transferência e partilha de informação clínica entre os diferentes *softwares* clínicos no SNS. A atualização para a versão ICD-10 e ICD-10-CM (alteração clínica) deveu-se sobretudo ao reconhecimento internacional

que estas codificações adquiriram, pelos diversos motivos supracitados (Centro de Terminologias Clínicas, 2022).

RxNorm

O RxNorm, publicado em 2002, diz respeito a uma terminologia padrão para a prescrição de medicamentos, com enfoque no mercado dos EUA. O RxNorm (lançado a 1 de março de 2022), que constitui uma versão especializada do UMLS, não só normaliza os nomes de medicamentos como estabelece uma ligação entre estes e muitos dos vocabulários de medicamentos usualmente utilizados no *software* de gestão das farmácias e de interação entre medicamentos, de modo a possibilitar que sistemas que não utilizam o mesmo *software* ou vocabulário, possam partilhar informação entre si (Bodenreider *et al.*, 2018).

1.2.5. Servidores de terminologias

O setor da saúde tem vindo a registar uma evolução notável ao nível do número crescente de dados. Todavia acaba-se, muitas das vezes, por não tirar partido do seu máximo potencial devido à sua descentralização, isto é, os dados estão circunscritos aos sistemas de cada organização. Como supramencionado, a necessidade comum de utilizar e partilhar conhecimentos e informações médicas está na origem da criação de bases de dados terminológicas, contudo uma das principais barreiras para a partilha de dados deve-se ao facto de os dados serem armazenados em diferentes formatos, isto é, cada organização de saúde define os seus próprios códigos e terminologias para registar dados clínicos importantes sobre os seus pacientes (Miyoshi *et al.*, 2017).

Neste sentido, um ST consiste num sistema de *software* capaz de mapear as diferentes terminologias utilizadas pelos diversos SIS e representar os dados médicos como dados estruturados, possibilitando a otimização do atendimento médico e da prestação de cuidados de saúde. Os SIS de diferentes organizações conseguem, deste modo, partilhar informações de forma rápida, clara e eficaz, permitindo assim a interoperabilidade semântica (Miyoshi *et al.*, 2017).

Atualmente, existem alguns ST no mercado que possibilitam o acesso a padrões semânticos para satisfazer as mais variadas necessidades no âmbito da saúde, sendo que alguns dos mais procurados dizem respeito ao Snow Owl, ao Snowstorm, ao West Coast Informatics Terminology Server e ao Ontoserver, que serão descritos de seguida.

Snow Owl

O Snow Owl é uma plataforma de terminologias clínicas desenvolvida pela B2i Healthcare e, até ao momento, já foi implementado em mais de 2 500 locais em cerca de 83 países. Fornece suporte para diferentes terminologias reconhecidas internacionalmente e destaca-se pela sua capacidade de suportar HL7 FHIR e de poder operar em dois modos distintos, mais concretamente em modo autónomo, com um único utilizador, ou em modo colaborativo com vários utilizadores conectados simultaneamente. Ademais, este servidor dispõe de uma versão gratuita, assim como uma versão paga que disponibiliza um maior conjunto de funcionalidades (B2i Healthcare, 2022a).

Snowstorm

O Snowstorm é um ST gratuito que suporta apenas a terminologia SNOMED CT, desenvolvido pela SNOMED *International*, sendo atual propriedade da *International Health Terminology Standards Development Organization* (IHTSDO). Trata-se de um servidor de livre acesso, que pode ser implementado rapidamente, tendo como objetivo principal apoiar a partilha de informações de saúde de forma segura, precisa e eficaz. Este servidor providencia uma interface na qual diversos recursos do SNOMED CT podem ser explorados. Suporta o HL7 FHIR, todavia com algumas limitações, sendo utilizado tanto para criação de conteúdo como para consulta de terminologias (Rajput, 2022; Williams, 2017).

West Coast Informatics Terminology Server

A West Coast Informatics LLC é líder em tecnologia e em particular, em soluções de *software* relacionadas com informática médica, sendo que fornecem uma plataforma que atua como um ST, desenvolvido em torno de um modelo flexível que pode suportar nativamente todas as terminologias do UMLS. Este servidor é de livre acesso e possibilita a criação de recursos, a integração de terminologias, a pesquisa semântica, entre outras funcionalidades (Bodenreider, 2021; West Coast Informatics, 2017).

Ontoserver

O Ontoserver é um ST baseado no padrão HL7 FHIR, desenvolvido pela *Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation* (CSIRO) e que está em conformidade com as especificações do *National Clinical Terminology Service* (NCTS). Já existiam diversos ST previamente à sua implementação, todavia o Ontoserver demonstra ser mais preciso e abrangente. Este servidor suporta diversas versões e formatos do SNOMED CT e das suas

extensões locais com termos personalizados, assim como de outras terminologias clínicas. Esta solução inclui um algoritmo de pesquisa rápido que possibilita aos utilizadores encontrarem facilmente o conteúdo pretendido, de forma a apoiar os sistemas de informação clínica. Permite a filtragem dos resultados para facilitar a pesquisa, a ordenação de resultados específicos segundo um determinado contexto, o armazenamento de conjuntos de terminologias locais e o mapeamento entre sistemas de classificação distintos.

Ademais, sustenta diversas operações especificadas pelo HL7 FHIR e dispõe de um mecanismo de sindicância para facilitar a manutenção e atualização constante das terminologias. Tal permite que o servidor se torne interoperável com outras aplicações que fazem parte do ecossistema NCTS. Posto isto, destaca-se então pela gama de funcionalidades que disponibiliza, nomeadamente de navegação, procura, criação, mapeamento, validação e publicação de recursos HL7 FHIR, assim como por permitir sindicalizar o conteúdo por todo o ecossistema de saúde (Metke-Jimenez *et al.*, 2018; Loi, 2017).

1.3. Problema

1.3.1. Principais desafios da interoperabilidade

À medida que tendencialmente aumentam as exigências no setor da saúde ao longo dos anos, as instituições prestadoras de cuidados de saúde a nível global começaram a sentir a necessidade de obter informações de forma rápida e eficiente, o que levou a que a partilha de dados entre diferentes sistemas se tornasse inevitável, todavia tal acarreta uma série de desafios para a interoperabilidade. Apesar de os SIS atuais serem cada vez mais eficientes, subsistem ainda numerosos desafios à interoperabilidade, tais como a quantidade de informação médica produzida diariamente e a complexidade de fontes de informação, sendo cada vez mais difíceis de gerir. É então necessário fomentar a cooperação a nível internacional para que a partilha de informação se suceda assente na padronização da mesma, sem que se coloquem problemas de comunicação intrínsecos às barreiras linguísticas e culturais (Farinelli & Almeida, 2014).

Outra prática que compromete o objetivo de alcançar a interoperabilidade consiste na existência de diferentes formatos de informações médicas, ou seja, para o registo das mesmas manifestações clínicas, existe uma infinidade de convenções locais idiossincráticas. Por exemplo, se se tiver em consideração um simples parâmetro de deambulação, o mesmo pode ser descrito num EHR de diferentes formas: velocidade de marcha, velocidade de caminhada, velocidade de deambulação, ritmo da marcha, rapidez da caminhada, entre outros. Estes termos,

apesar de diferentes, são interpretados pelo clínico da mesma forma, enquanto os computadores os consideram como sendo termos diferentes (Vreeman & Richoz, 2015).

Como os dados são armazenados em várias estruturas independentes, duas das necessidades em saúde emergentes são: (1) o estabelecimento de conexões entre SIS independentes para permitir um fluxo mais fluído de informação do paciente para os profissionais de saúde envolvidos, em qualquer momento e/ou lugar e (2) o uso de TI de saúde, baseada nos dados, para apoiar a tomada de decisão clínica. Posto isto, é essencial globalizar e tornar coerente a informação no setor da saúde, o que, por conseguinte, resultará na possibilidade de realizar mais estudos e de alcançar novas descobertas, contribuindo assim para avanços na medicina (Vreeman & Richoz, 2015).

Tal como fora supramencionado, um sistema de saúde semanticamente integrado possibilita a partilha de dados entre organizações e o seu ecossistema interno sem que se perca o seu significado, pelo que alcançar a interoperabilidade semântica é visto como algo crítico no domínio da saúde (Mello *et al.*, 2022). Deste modo, na opinião do *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE), para que se alcance interoperabilidade semântica ampla, escalável e computável em vários domínios, é indispensável a integração de várias normas e padrões, como o HL7 FHIR (IEEE Standards University, 2019).

1.4. Objetivos

A relevância de criar um sistema eficaz que acompanha a transformação digital, capaz de satisfazer as necessidades de interoperabilidade nos sistemas de informação no setor da saúde, nunca foi uma ideia tão premente. Deste modo, o presente trabalho visa a conceptualização de uma plataforma de interoperabilidade semântica de dados, na forma de um ST baseado em HL7 FHIR.

Para tal, pretende-se fazer: 1) o levantamento de requisitos, de forma a descrever o modo como o servidor de terminologias se deve comportar e as suas propriedades, 2) o *design* da interface gráfica e, por último, 3) o desenvolvimento de uma prova de conceito, tendo por base a especificação definida, sendo que se pretende, pelo menos, conceber as operações consideradas essenciais aos recursos HL7 FHIR.

1.5. Estrutura do relatório

O presente relatório de estágio é composto por cinco capítulos, para além dos apêndices e bibliografia. Neste capítulo 1 (Introdução) foi exposta a contextualização do estágio, assim

como foi apresentado o estado da arte da temática, através de uma introdução à transformação digital, mormente no setor da saúde, à interoperabilidade, à existência de *standards* e aos ST já existentes no mercado. Adicionalmente, apresentou-se o problema em questão, assim como os objetivos principais do trabalho.

No capítulo 2 (Materiais e Métodos) é introduzida a metodologia de investigação adotada para desenvolver o presente trabalho. Ademais, é descrito um caso de uso de um exemplo atual em Portugal, utilizado como base para a solução, bem como é explorado o HL7 FHIR, como padrão de interoperabilidade.

O capítulo 3 (Resultados e Discussão) descreve a solução proposta e os casos de uso resultantes da interação administrador-ST e ainda lista os requisitos funcionais e não funcionais do sistema. Neste capítulo é também apresentada uma proposta de *design* da sua interface gráfica, através dos *mockups* elaborados, assim como é feita uma demonstração da prova de conceito. Simultaneamente, fez-se uma análise dos resultados obtidos.

Já no capítulo 4 (Conclusões gerais) são apresentadas as conclusões de todo o trabalho desenvolvido, sendo feito um balanço crítico dos principais contributos do projeto, no qual se avalia a satisfação dos objetivos previamente delineados, assim como se reflete sobre as principais dificuldades enfrentadas.

Por fim, no capítulo 5 (Trabalho futuro) são enumeradas propostas futuras, com base na presente investigação, para complementar o ST, de modo a otimizar o seu desempenho.

2. Materiais e Métodos

2.1. Metodologia: *Action-Research*

A metodologia de investigação adotada no presente trabalho diz respeito ao *Action Research*. Este método tem uma natureza prática e colaborativa, na medida em que o investigador e o cliente trabalham em conjunto, de modo a procurar soluções para problemas práticos, através da criação de conhecimento pela junção da investigação-ação (Staron, 2020). O cliente em questão engloba as mais variadas instituições de saúde e o investigador diz respeito à empresa Glintt, enquanto o problema está relacionado com a falta de interoperabilidade semântica nos SIS e a forma como um ST baseado em HL7 FHIR poderia ajudar a solucionar tal problema.

Trata-se de uma abordagem comumente usada para melhorar condições e práticas em diversos ambientes de saúde, sendo o seu objetivo provocar mudanças significativas em contextos específicos (Koshy, 2011). Meyer (2000) afirma que se pode começar por identificar quaisquer problemas existentes, procurar e implementar soluções práticas, e sistematicamente monitorizar e refletir sobre o processo e os resultados da mudança.

O ciclo iterativo de *Action-Research* é bastante flexível, pelo que pode ser descrito de diversas formas e apresentar um número de fases variado, conforme o tipo de projeto, pelo que é usual que não se siga rigorosamente um dos modelos existentes, mas sim que se adaptem os modelos que melhor se adequam ao propósito em questão. Kemmis e McTaggart (2007) propuseram um modelo cíclico de *Action-Research* que se encontra na Figura 2.1, e que apresenta quatro fases sequenciais: planear, agir, observar e refletir. Os autores afirmam que o *Action-Research* envolve uma espiral de ciclos autorreflexivos compostos por estas quatro fases, que tomam forma à medida que o conhecimento emerge, pois o objetivo é refinar continuamente os métodos, os dados e as interpretações, à luz da compreensão desenvolvida em cada ciclo anterior. No entanto, uma desvantagem deste método recai sobre o facto de este processo poder levar muito tempo para ser concluído, devido ao número de fases e ciclos que pode apresentar.

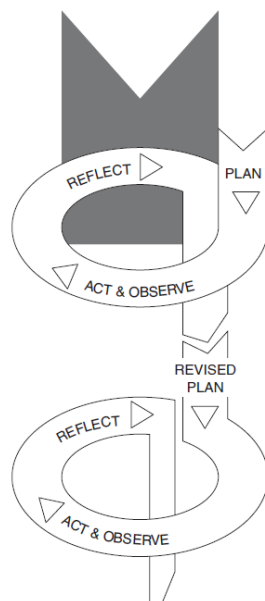


Figura 2.1 – Etapas do ciclo de *Action-Research* proposto por Kemmis e McTaggart (2007).

Para o presente trabalho, efetuou-se uma adaptação à metodologia apresentada, de modo a cumprir os objetivos propostos, sendo possível completar três ciclos *Action-Research*, que serão explicados mais pormenorizadamente na Tabela 2.1, sendo que o primeiro decorreu essencialmente entre fevereiro e março, o segundo ciclo entre abril e maio, enquanto o terceiro ciclo decorreu no mês de junho do presente ano.

Tabela 2.1 – Descrição das etapas seguidas no método de *Action-Research*.

Número do ciclo	Fase do ciclo	Descrição
1	Planear	<p>Consistiu em compreender os objetivos do projeto, as necessidades da equipa e na identificação do problema. Para tal, formularam-se questões de pesquisa e delineou-se um plano estratégico de ação. Seguiu-se uma intensa e fundamental pesquisa, apresentada essencialmente nos Capítulos 1 e 2, que permitiu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Compreender a força da transformação digital, sobretudo no setor da saúde; - Perceber a importância da interoperabilidade e dos <i>standards</i> existentes; - Explorar o HL7 FHIR e as terminologias normativas no âmbito da saúde; - Analisar a concorrência e as tecnologias existentes; - Apresentação de um caso de uso, que visa dar a entender a forma como todos os profissionais de saúde podem beneficiar com um ST. <p>Inclui-se ainda as reuniões internas que ocorreram, onde foram apresentados os achados da literatura encontrados e discutidas as estratégias a seguir.</p>
1	Agir	<p>Já com a pesquisa bibliográfica elaborada, havia conhecimento suficiente para propor uma solução. Elaboraram-se casos de uso, para explicitar as ações do utilizador e o modo de funcionamento do sistema e fez-se o levantamento dos requisitos funcionais e não funcionais do ST, de modo a especificar a função de cada componente do sistema, bem como os atributos que influenciam a arquitetura da solução, respetivamente.</p>

Número do ciclo	Fase do ciclo	Descrição
1	Observar	Consistiu numa reunião de validação com a equipa VIEWER, onde foi apresentada e avaliada a solução proposta. Foi possível obter o seu <i>feedback</i> , assim como algumas sugestões sobre o que deveria ser incluído ou excluído em termos de ações do utilizador e de requisitos funcionais e não funcionais.
1	Refletir	Após ficar claro que a proposta apresentada acrescentava valor à empresa, foi tempo de refletir criticamente sobre as apreciações da equipa e delinear um novo quadro de ação para incorporar tais considerações, a fim de otimizar o projeto, pelo que novas metas foram criadas para começar um novo ciclo.
2	Planear	Uma vez validada a proposta no ciclo anterior, foi necessário perceber como colocar em prática a teoria. Esta fase requereu mais pesquisa sobre o programa Figma e as tecnologias existentes externamente à Glintt, assim como do <i>BackOffice</i> do VIEWER, para entender como a solução poderia ser incorporada.
2	Agir	Construíram-se os <i>mockups</i> iniciais da solução e conceptualizou-se toda a interface visual do servidor, sobre a forma de aplicação <i>web</i> , com foco na usabilidade e experiência do utilizador, tal como é apresentado na secção 3.5. Assim, tornou-se possível observar todos os detalhes da solução em tamanho real.
2	Observar	Esta fase consistiu em obter <i>feedback</i> interno para validação do <i>design</i> sugerido do servidor, tanto no contexto de um aplicativo de <i>software</i> , como no modo de funcionamento do <i>BackOffice</i> do VIEWER.
2	Refletir	Com isto, foi possível ter uma perspetiva mais prática do que havia sido proposto, o que permitiu efetuar aperfeiçoamentos, a fim de otimizar a solução.
3	Planear	Com o ciclo anterior validado, criou-se uma sinergia com um colega que se encontrava a realizar estágio na empresa e cuja função seria colocar em prática os requisitos e as principais funcionalidades do ST que havia descrito, sobretudo, no primeiro ciclo.
3	Agir	Criaram-se alguns recursos HL7 FHIR para que se pudessem testar e desenvolveu-se uma prova de conceito.
3	Observar	Fase marcada pela primeira entrega de valor à equipa, para que a mesma pudesse avaliar a solução.
3	Refletir	Uma vez completa a prova de conceito e já com o <i>feedback</i> da equipa, tornou-se possível realizar uma discussão dos resultados obtidos, para averiguar se os objetivos estabelecidos haviam sido cumpridos e fez-se uma reflexão sobre as lições aprendidas, restrições e propostas futuras.

2.2. Caso de uso: Exemplo atual em Portugal

Nesta secção é ilustrado um caso de uso que serviu de base para a contextualização deste projeto e que elucida a relevância do problema e da solução proposta.

No quotidiano hospitalar, para que os médicos consigam fazer um diagnóstico concreto e atempado do utente, é necessário avaliar os seus sintomas, consultar o seu histórico clínico, assim como recorrer a Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica (MCDT). Este termo é utilizado para relatar alguns exames e tratamentos que os pacientes realizam, tais como análises clínicas, exames endoscópicos, exames imagiológicos e colheita de amostras (APDSI, 2013).

De acordo com o Portal do SNS, e como é observável na Figura 2.2, no período compreendido entre 2014 e 2022, na prática clínica, os encargos do SNS com a realização de MCDT, sobretudo devido às análises clínicas, são consideravelmente elevados (SNS, 2022a).

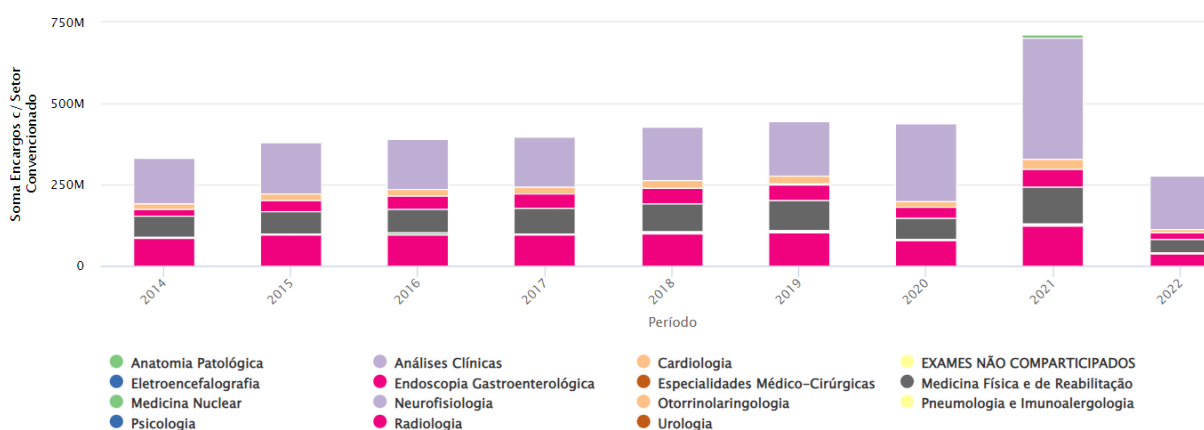


Figura 2.2 – Total dos encargos com o setor convencionado, nas diferentes áreas de MCDT, em Portugal, no período compreendido entre 2014 e 2022 (SNS, 2022a).

De acordo com o mesmo estudo, e como é observável na Figura 2.3, entre 2014 e 2021 a despesa do Estado com MCDT no setor privado tem vindo a ser tendencialmente crescente, passando de aproximadamente 334 para 711 milhões de euros (para informação mais detalhada, consultar o apêndice A). Note-se que, para o ano de 2022, a despesa atinge já cerca de 341 milhões de euros, sendo que apenas ainda se teve em consideração os gastos até ao mês de maio. Quanto ao número de requisições aviadas, estas aumentaram até 2018, ano em que sofreram uma ligeira diminuição até 2020. Excepcionalmente, neste ano, que ficou marcado pelo início da pandemia da COVID-19 em Portugal, ocorreu uma inversão da tendência, pois a despesa do SNS diminuiu face ao ano anterior, possivelmente devido à recessão económica registada e ao facto de ter havido uma redução nas prescrições de diversos MCDT, em consequência da diminuição considerável da atividade das unidades de saúde, mobilizadas para combater a pandemia (SNS, 2022b).

No ano passado, no setor convencionado, o número de requisições aviadas aumentou consideravelmente, assim como os custos, que atingiram cerca de 711 milhões de euros, muito por causa da realização de testes à COVID-19 e da retoma da atividade hospitalar. Neste valor,

assumem particular relevo as análises clínicas, incluindo os testes PCR e de antigénio, comparticipados pelo Estado, que resultaram em gastos na ordem dos 375 milhões de euros, o que representa aproximadamente 53% do total pago pelo SNS ao setor privado, sendo inclusivamente superior à soma total registada em 2014, como observável na Figura 2.2 (SNS, 2022b).

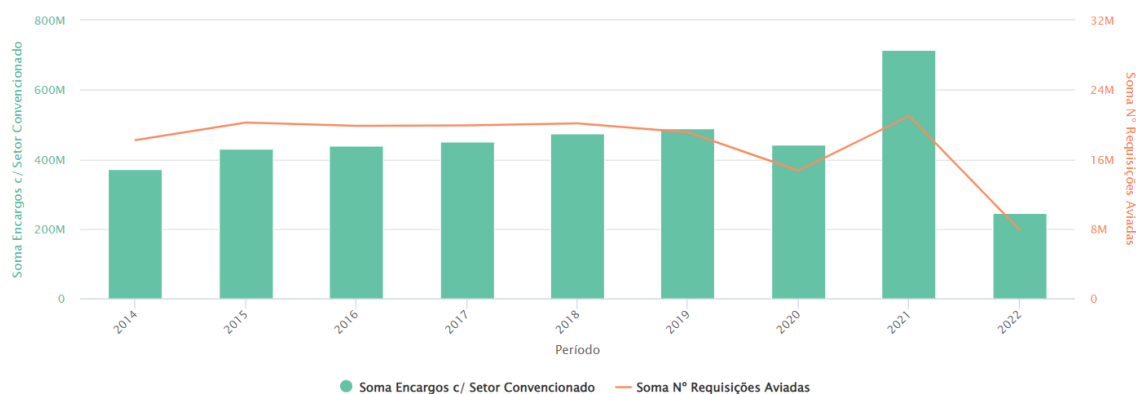


Figura 2.3 – Soma dos encargos com o setor convencionado e do número de requisições aviadas, em Portugal, no período compreendido entre 2014 e 2022 (SNS, 2022b).

Frequentemente, os resultados de MCDT prestados por serviços privados ao abrigo do setor convencionado não são comunicados ao setor público por falta de interoperabilidade entre instituições. Isto resulta numa realização excessiva e redundante de MCDT, o que representa um grande desperdício de recursos e um maior encargo financeiro para o SNS, bem como um risco acrescido para o tratamento atempado dos utentes.

Desta forma, as despesas de saúde poderiam ser reduzidas caso existisse partilha de informação entre diferentes instituições de saúde. Para isso, é necessária interoperabilidade ao nível semântico, de forma a garantir uma interpretação correta e comum dos dados clínicos. A título de exemplo, a Tabela 2.2 descreve um caso particular constante na base de dados da Glintt, no qual o mesmo exame, em particular, uma mamografia, apresenta códigos e descrições distintas em diferentes instituições de saúde. Isto é, cada instituição usa a sua própria terminologia. O que se pretende é então garantir que estes dois termos tenham o mesmo significado para as duas instituições, através do mapeamento destas terminologias para um *standard*, neste caso o LOINC, de modo a estabelecer as associações pertinentes.

Tabela 2.2 – Código de uma mamografia em duas instituições de saúde distintas, assim como o respetivo código no *standard* LOINC (LOINC, 2022b).

	<i>Standard</i> LOINC	Instituição 1	Instituição 2
Descrição	Mamografia de rastreamento	Mamografia	Mamografia - 4 incidências, 2 de cada lado
Código	24606-6	13100	60050002

A pandemia da COVID-19 impulsionou a utilização de *standards* em Portugal na partilha de dados de saúde, mais concretamente, os resultados dos testes de diagnóstico de infeção por SARS-CoV-2, garantindo deste modo uma resposta rápida e abrangente, essencial ao combate à crise pandémica. Observou-se ainda um aumento considerável a nível global da adoção do HL7 FHIR, o que suporta a relevância da criação de uma plataforma centralizada de colaboração (Bazzoli, 2020).

Posto isto, o presente projeto visa conceptualizar uma plataforma de interoperabilidade semântica de dados, sob a forma de um ST, que servirá de base para a padronização nos variados SIS e possibilitará o contacto entre diferentes instituições de saúde, facilitando assim o acesso aos MCDT. O mapeamento para uma terminologia *standard* possibilita ainda que os dados sejam posteriormente aproveitados para diversos fins, tais como a obtenção de métricas relevantes (por exemplo, comparação entre instituições), ou a sua incorporação em motores de inteligência de suporte à decisão clínica (*clinical decision support systems*). Em suma, o mapeamento dos dados permite não só a sua partilha como contribui para a evolução e maior eficiência dos processos de prática e gestão clínica. Importa ainda referir que a partilha de dados clínicos com terceiros, neste caso, com outras unidades de saúde, carece do consentimento do utente, enquanto titular.

2.3. Modelo de dados

Nesta secção será feita uma descrição da estrutura do modelo de dados HL7 FHIR e da sua aplicação a terminologias.

2.3.1. HL7 FHIR

No presente trabalho, decidiu-se seguir a abordagem de utilização do padrão HL7 FHIR para a implementação de um ST, uma vez que, para além das inúmeras vantagens enumeradas anteriormente, trata-se do padrão de escolha da empresa Glintt. Este padrão é adequado para uma panóplia de contextos, tais como aplicativos móveis, comunicações na *cloud*, partilha de dados baseado nos EHR e comunicação entre servidores de grandes instituições de serviços de saúde. Atente-se que o HL7 FHIR cria um conjunto comum de *Application Programming Interfaces* (APIs) para que os SIS possam comunicar e partilhar dados entre si, de forma a garantir a interoperabilidade. Assim, as APIs funcionam como um intermediário entre os utilizadores e os provedores/organizações de saúde, de modo a que seja possível exibir a

resposta à solicitação feita ao sistema. Simultaneamente, são também responsáveis pela segurança e autenticação no servidor (ONC, 2021).

2.3.1.1. Recursos

Como referido anteriormente, um dos principais desafios no âmbito da saúde é saber como lidar com a ampla variabilidade de informação. O HL7 FHIR estabelece um *framework* simples de recursos que definem formatos *standard* para descrever conceitos relevantes para os vários domínios no âmbito da saúde (a lista total de recursos pode ser consultada em <http://hl7.org/fhir/resourcelist.html>). Os recursos podem também relacionar-se entre si através de referências, possibilitando a criação de modelos de dados mais complexos. De acordo com a última especificação HL7 FHIR R4, existem mais de 150 recursos, um número que cresce a cada novo lançamento. Atualmente, encontram-se categorizados em (HL7 International, 2022d):

- (1) Recursos de fundação: A camada um diz respeito aos recursos fundamentais mais elementares, frequentemente usados para tarefas de infraestrutura (por exemplo, *StructureDefinition*, *ImplementationGuide*, *CapabilityStatement*, etc.);
- (2) Recursos de base: A camada dois é relativa a recursos que podem ser referenciados por outros, mas que normalmente não fazem referência a outros recursos. Estes são normalmente os mais usados e, portanto, exigem um elevado grau de consistência e de rigor arquitetónico (por exemplo, *Patient*, *Person*, *Practitioner* etc.);
- (3) Recursos clínicos: A camada três inclui os recursos de natureza clínica, como observações clínicas, tratamento clínico, prestação de cuidados e medicamentos. Estes recursos podem ser utilizados sozinhos, mas normalmente fazem referência aos da camada anterior (por exemplo, *Observation*, *Medication*, *Immunization*, etc.);
- (4) Recursos financeiros: Os recursos da camada quatro baseiam-se em recursos clínicos e de base. Por exemplo, um recurso de cobrança fará referência a eventos e atividades clínicas, bem como a recursos de base, como um paciente (por exemplo, *Claim*, *Coverage*, *Contract*, etc.);
- (5) Recursos especializados: Na camada cinco tem-se recursos mais especializados para casos de uso menos comuns e que quase sempre fazem referência a recursos de camadas inferiores (por exemplo, *ResearchStudy*, *Measure*, etc.).

A Figura 2.4 adiciona uma sexta categoria, nomeadamente, a contextualização dos recursos. Importa referir que esta camada não inclui recursos, mas sim perfis e gráficos, duas ferramentas

usadas para especificar a aplicação de um recurso HL7 FHIR a um caso de uso particular. Mais especificamente, tem-se que, por um lado, os perfis são utilizados para ampliar, restringir ou contextualizar determinados recursos para uma certa finalidade e, por outro lado, os gráficos são composições de recursos ou teias de recursos que contêm atributos próprios (HL7 FHIR, 2022c).

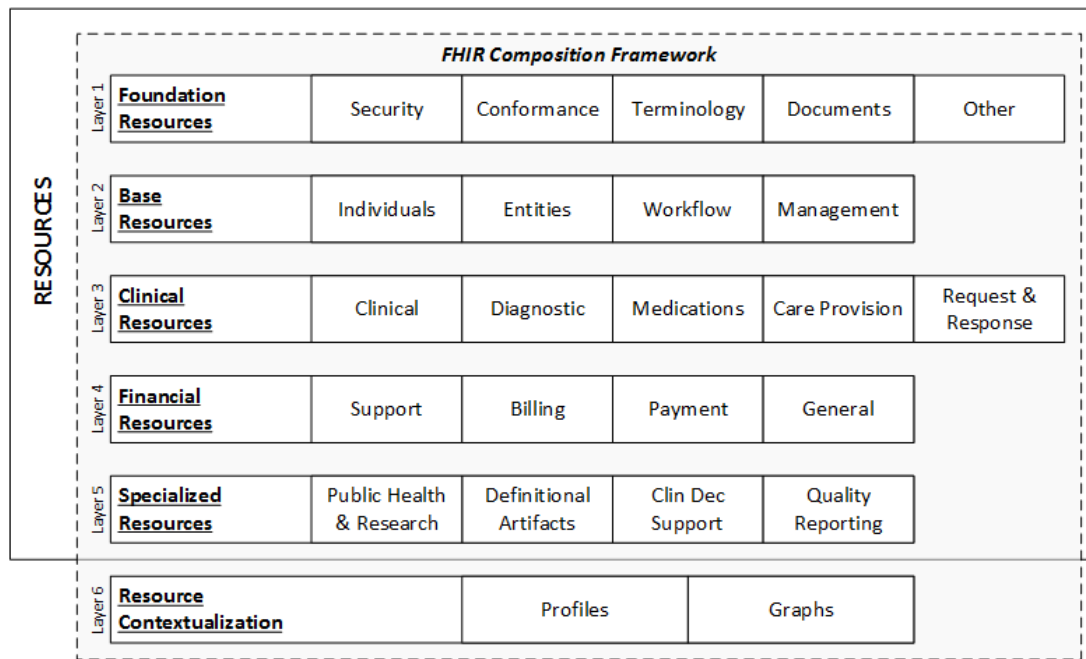


Figura 2.4 – As cinco categorias dos recursos FHIR, assim como a contextualização dos mesmos (HL7 FHIR, 2022c).

Neste sentido, as soluções FHIR são construídas com base num conjunto de componentes modulares, que podem ser facilmente implementados a baixo custo, em comparação com alternativas existentes (HL7 FHIR, 2022d). Os recursos são altamente flexíveis e customizáveis pelo que se podem facilmente adaptar a diferentes modelos de negócio, sendo assim uma solução interessante para adereçar o problema descrito acima.

Quando se cria um recurso, este nem sempre se encontra pronto a ser utilizado nos diversos ambientes, sendo considerado geralmente como incompleto e facilmente alterável. Neste sentido, surge o Modelo de Maturidade FHIR (FMM), que estabelece um conjunto de sete níveis de maturidade, descritos na Tabela B-1 no Apêndice B, fortemente relacionados com a estabilidade, para serem atribuídos aos artefactos (recursos ou perfis), sendo que o seu propósito é dar a conhecer os avanços que têm ocorrido, pois quanto maior o nível de maturidade, mais estável é o artefacto. Atente-se que estes critérios podem evoluir progressivamente, pelo que os números aumentarão ao longo do tempo (Benson & Grieve, 2021, p. 113; HL7 FHIR, 2022e).

2.3.1.2. Exemplo de um recurso: *Patient*

Um processo clínico de um paciente em HL7 FHIR resulta da combinação de diversos recursos, de modo a criar uma rede de informação, ou seja, pode ser descrito utilizando os seguintes recursos (Saripalle *et al.*, 2019):

- *Patient*: informações demográficas e administrativas sobre um indivíduo que recebe assistência médica ou outro serviço relacionado à saúde;
- *Encounter*: diz respeito às informações relativas à interação entre um doente e um ou mais prestadores de cuidados de saúde;
- *Medications*: para a identificação e definição de um medicamento;
- *Observations*: captura medições e afirmações simples feitas a um paciente;
- *Procedure*: engloba procedimentos realizados ou ainda por realizar a um paciente;
- *DiagnosticReport*: resultados dos testes diagnósticos realizados a um paciente;
- *Condition*: contém dados sobre uma determinada condição clínica, problema, diagnóstico, entre outros, de um paciente;
- *CarePlan*: descreve a intenção de como um ou mais profissionais pretendem prestar cuidados a um paciente;
- *Claim*: lista emitida pelo provedor de serviços com os produtos que foram ou devem ser fornecidos a um paciente e que é enviada a uma seguradora para reembolso;
- *Immunization*: informações de vacinação do paciente ou registo de uma imunização, relatadas por um paciente.

Mais importa referir que a especificação HL7 FHIR é flexível e adaptável para responder a quaisquer requisitos das partes interessadas e da especificação clínica e/ou política de saúde de cada organização/país. Assim, tem-se que o HL7 FHIR fornece um mecanismo de extensibilidade integrado para contextualizar os recursos e enriquecer as definições de recursos existentes, conforme determinados negócios assim o exijam (Saripalle *et al.*, 2019).

A Figura 2.5 ilustra um exemplo de um recurso *Patient* no formato JSON, no qual se verifica que o mesmo é composto por vários campos importantes, tais como a indicação do recurso utilizado e metadados, com a identificação dos dados pessoais do paciente em questão, mais concretamente, o nome, a morada, o contacto telefónico e o estado civil.

```

1 {
2   "resourceType": "Patient",
3   "identifier": [
4     {
5       "system": "urn:oid:2.16.840.1.113883.2.4.6.3",
6       "value": "123456789"
7     }
8   ],
9   "active": true,
10  "name": [
11    {
12      "use": "official",
13      "family": [
14        "Schmidt"
15      ],
16      "given": [
17        "Anna",
18        "Lena"
19      ]
20    }
21  ],
22  "telecom": [
23    {
24      "system": "phone",
25      "value": "0172 1234567",
26      "use": "work"
27    }
28  ],
29  "gender": "male",
30  "birthDate": "1970-01-01",
31  "deceasedBoolean": false,
32  "address": [
33    {
34      "use": "home",
35      "type": "both",
36      "line": [
37        "Hauptstraße 17"
38      ],
39      "city": "Konstanz",
40      "postalCode": "78467"
41    }
42  ],
43  "maritalStatus": {
44    "coding": [
45      {
46        "system": "http://snomed.info/sct",
47        "code": "36629006",
48        "display": "Legally married"
49      },
50      {
51        "system": "http://terminology.hl7.org/CodeSystem/v3-MaritalStatus",
52        "code": "M"
53      }
54    ]
55  }
56 }

```

Figura 2.5 – Exemplo genérico de um recurso *Patient* no formato JSON em HL7 FHIR (Johner Institute, 2021).

Os recursos combinam-se para criar uma rede de informações que representam um EHR ou parte dele. Os sistemas podem então percorrer todas as ligações e decidir quais os recursos que necessitam para uma determinada tarefa. Assim, os recursos podem-se referir a outros recursos, por exemplo, os Recursos Clínicos têm uma referência a um Recurso Paciente para identificar o sujeito do conteúdo clínico, ou ainda uma Condição pode referenciar uma Observação como evidência para o diagnóstico (Benson & Grieve, 2021, p. 90).

2.3.1.3. Módulo de terminologia

O módulo de terminologia é constituído por um conjunto de estruturas para representação e comunicação de dados estruturados e codificados na especificação HL7 FHIR. As principais estruturas, assim como as relações que se estabelecem entre as mesmas, encontram-se resumidas na Figura 2.6 (HL7 FHIR, 2022f).

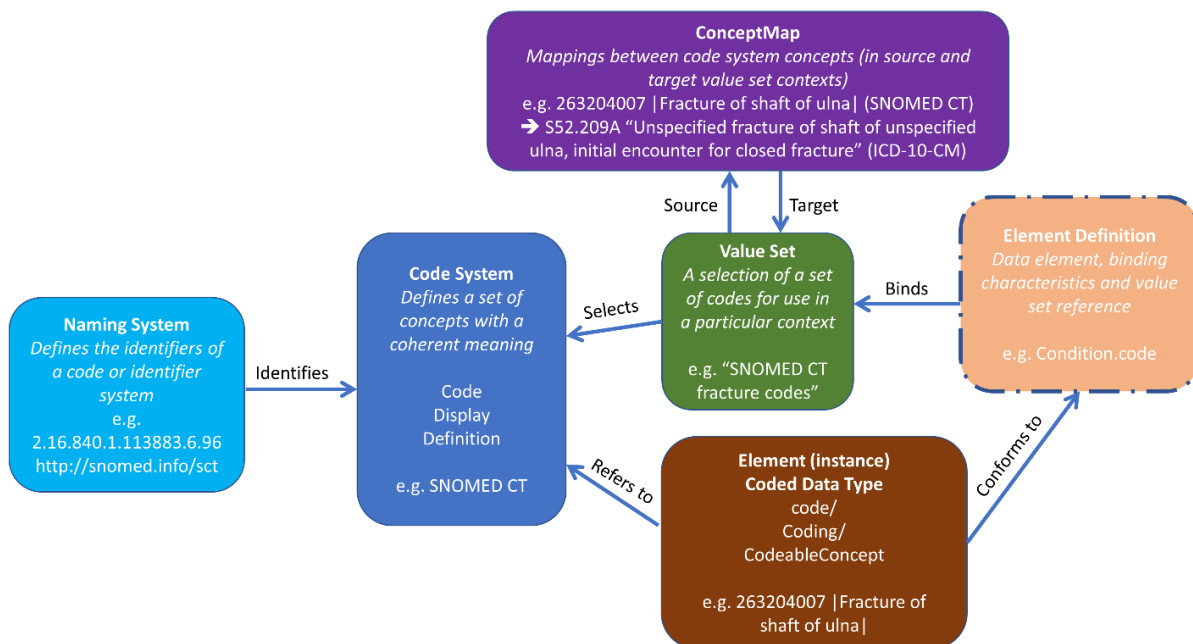


Figura 2.6 – Principais estruturas relacionadas com a terminologia primária e as relações que estabelecem entre si (HL7 FHIR, 2022f).

Os recursos que constituem o módulo de terminologia dizem respeito ao *NamingSystem* (NS), ao *CodeSystem* (CS), ao *ConceptMap* (CM), ao *ValueSet* (VS) e ao *TerminologyCapabilities* (TC) sendo que os dois primeiros são muito parecidos no tipo de informação que podem conter. Na versão 4.00 do HL7 FHIR, os recursos CS e VS encontram-se no nível normativo do FMM, enquanto o CM está no FMM3, o NS no FMM2 e, por último, o TC encontra-se no FMM0 (HL7 FHIR, 2022f).

O recurso TC documenta um conjunto de capacidades de um ST FHIR, sendo que pode ser usado para descrever tanto as funcionalidades de que o servidor realmente dispõe, como as funcionalidades que seria desejável que apresentasse. Já o recurso NS descreve as formas possíveis de identificar ou indicar um CS, por exemplo, um identificador único *Uniform Resource Identifier* (URI) ou todos os *Uniform Resource Locators* (URLs) possíveis para o identificar. Para a criação e desenvolvimento de um ST em HL7 FHIR é necessária uma prévia familiarização dos recursos básicos necessários para a sua correta implementação, nomeadamente o CS, o CM e o VS, pelo que serão descritos de seguida (HL7 FHIR, 2022g).

CodeSystem

Este recurso é utilizado para descrever uma terminologia semântica codificada (local ou *standard*) e as suas propriedades. Para isso utiliza uma lista de códigos, designados conceitos, que pode representar a totalidade ou apenas um subconjunto da terminologia. Cada conceito define as propriedades básicas inerentes e semânticas de um código (descrição e definição),

bem como designações adicionais e propriedades. O principal objetivo deste recurso não é apoiar a manutenção de terminologias, mas sim a partilha das suas características e conteúdo, de forma a que esteja disponível para uso em todo o ecossistema HL7 FHIR (HL7 FHIR, 2022h).

Um CS pode ser identificado por um URL, pela versão, descrição, data de publicação, por um título, um editor, detalhes de contato para o autor, entre outros metadados, assim como pode incluir a definição de filtros e propriedades. Tudo isto será necessário no momento de extração de códigos de um certo CS para construir um VS. Este recurso tem quatro operações a si associadas, apresentadas na seguinte Tabela 2.3 (HL7 FHIR, 2022h).

Tabela 2.3 – Operações suportadas pelo recurso CS (HL7 FHIR, 2022h).

Operação	Descrição
\$lookup	<ul style="list-style-type: none"> • Apresenta um estado normativo na escala de maturidade. • Permite obter detalhes adicionais sobre um determinado conceito.
\$validate-code	<ul style="list-style-type: none"> • Apresenta um estado normativo na escala de maturidade. • Destina-se a validar se um código pertence a um certo CS. A operação retorna um resultado (verdadeiro/falso), uma mensagem de erro e a exibição recomendada para o código.
\$subsumes	<ul style="list-style-type: none"> • Apresenta um estado normativo na escala de maturidade. • Destina-se a validar uma relação hierárquica entre dois códigos do mesmo CS.
\$find-matches	<ul style="list-style-type: none"> • A única operação que ainda não é normativa, com um nível 0 de FMM (<i>draft</i>). • Dado um conjunto de propriedades conhecidas, examina o CS e procura um ou mais códigos que sejam correspondência possíveis.

ValueSet

O recurso em questão especifica um conjunto de códigos extraídos de um ou mais CS, geralmente destinados para uso num contexto específico. Os VS são constituídos por um conjunto de *metadata* (identidade, quem o publicou, porquê, etc.), assim como podem ter um elemento composto ou um elemento de expansão, ambos ou nenhum deles (Benson & Grieve, 2021, pp. 161-162; HL7 FHIR, 2022i).

Por um lado, o elemento composto, também denominado de intencional, é usado para definir quais os códigos que devem fazer parte do VS, quer seja de forma manual através de uma lista de códigos ou através de filtros aplicados ao conteúdo de CS. Por outro lado, o elemento de expansão, também designado de extensão, é usado para descrever a lista de códigos que compõem o VS que, por sua vez, resulta da aplicação de pesquisas condicionais a um CS.

Idealmente, este atributo não se destina a ser preenchido manualmente, apenas por um ST como resultado de uma operação de expansão, analisada de seguida (HL7 FHIR, 2022i).

As operações que o recurso VS suporta encontram-se descritas na Tabela 2.4.

Tabela 2.4 – Operações suportadas pelo recurso VS (HL7 FHIR, 2022i).

Operação	Descrição
\$expand	<ul style="list-style-type: none"> • Apresenta um estado normativo na escala de maturidade. • Dado um conjunto de critérios, retorna o(s) conceito(s) dentro do VS que se encaixam nessas regras ou em caso de não haver regras, retorna todos os conceitos presentes nesse VS.
\$validate-code	<ul style="list-style-type: none"> • Apresenta um estado normativo na escala de maturidade. • Visa validar se um código pertence a um determinado VS. A operação retorna um resultado (verdadeiro/falso), uma mensagem de erro e a exibição recomendada para o código.

ConceptMap

O presente recurso tem a capacidade de definir mapeamentos entre diferentes terminologias descritas através de um CS e/ou de um VS. Isto é, permite definir mapeamentos entre conceitos de dois CS diferentes (mapeamento de 1:N, isto é, de um *Source/Target* para muitos *Target/Source*, respetivamente). Os mapeamentos são unidirecionais, isto é, de um CS de origem para um CS de destino, pelo que mapeamentos reversos não podem ser assumidos a menos que sejam definidos. Os mapeamentos entre os conceitos devem ser definidos apenas no contexto de um uso de negócios particular, que é geralmente definido pela especificação de um *Source VS* e de um *Target VS*. Em termos de operações, o recurso CM suporta as que se encontram descritas na seguinte Tabela 2.5 (HL7 FHIR, 2022j).

Tabela 2.5 – Operações suportadas pelo recurso CM (HL7 FHIR, 2022j).

Operação	Descrição
\$translate	<ul style="list-style-type: none"> • Apresenta nível 3 do FMM. • Retorna um mapeamento de um código de um VS de origem para um VS de destino.
\$closure	<ul style="list-style-type: none"> • Apresenta nível 3 do FMM. • Trata-se de consulta em massa de relacionamentos hierárquicos entre códigos. • Podemos passar um grande conjunto de códigos e rastrear como estes se relacionam ao longo do tempo, à medida que adicionamos mais códigos.

O correto funcionamento de um ST baseia-se sobretudo neste recurso. Adicionalmente, também permite expressar a equivalência que se estabelece entre os conceitos a serem

mapeados, nomeadamente, se são exatamente os mesmos, se um é mais amplo ou mais restrito que o outro ou ainda se os conceitos não estabelecem qualquer tipo de relação entre si (HL7 FHIR, 2022j).

A título de exemplo, na Figura 2.7, tem-se um mapeamento de duas terminologias de origem, nomeadamente o ICD-9 e o ICD-10, para a mesma terminologia de destino, o SNOMED CT. Após o mapeamento, já é possível aplicar as mesmas técnicas analíticas utilizadas para conceitos originais do SNOMED CT (International Health Terminology Standards Development Organisation, 2021).

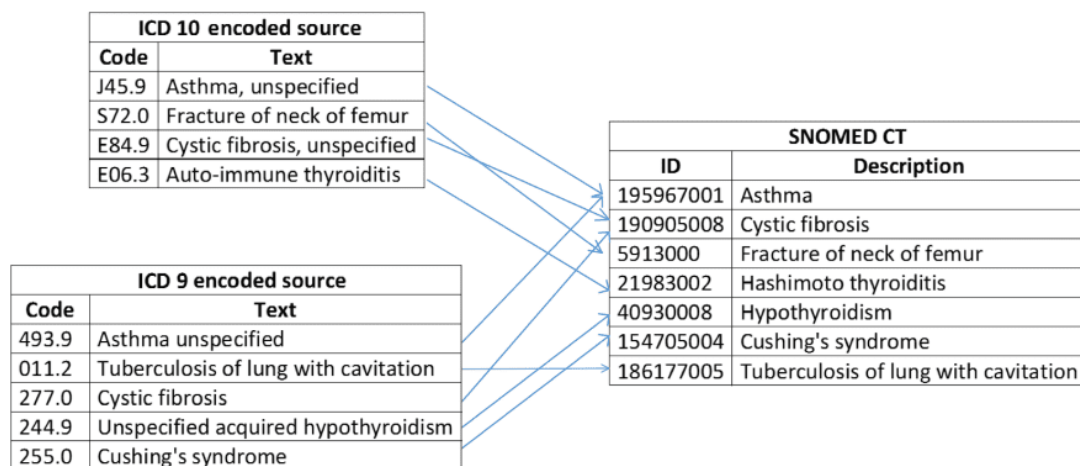


Figura 2.7 – Mapeamento entre a classificação ICD e o SNOMED CT (International Health Terminology Standards Development Organisation, 2021).

2.3.1.4. Críticas ao HL7 FHIR

Apesar das inegáveis vantagens que o HL7 FHIR oferece, uma vez que se trata de um protocolo recente e em crescimento, existem ainda alguns desafios a enfrentar, de forma a que não se comprometa a questão da interoperabilidade.

Um dos principais desafios diz respeito à normalização limitada, isto é, apesar de o HL7 FHIR ser considerado uma norma, há recursos que ainda não se tornaram normativos. Como supramencionado, quando o conteúdo alcança o estado normativo, passa a estar “bloqueado” e permanece retrocompatível com as implementações existentes. Todavia, existem diversos elementos ainda na fase de *trial use*, pelo que ainda podem sofrer alterações significativas e incompatíveis com versões transatas até alcançarem efetivamente o estado normativo e, como tal, podem surgir questões relacionadas com a interoperabilidade e compatibilidade (COCIR, 2021).

Adicionalmente, é bastante complexo e desafiante construir um modelo lógico, pois tal exige muita interação com o cliente ou com as partes envolvidas, sendo que, para além disso,

há pouca orientação sobre como conseguir refletir esse modelo lógico das necessidades e exigências clínicas em recursos HL7 FHIR. Qualquer implementação e integração deve trazer valor tangível para o paciente, para o prestador de cuidados de saúde ou para o sistema de saúde, todavia os recursos HL7 FHIR nem sempre são bem ajustados às vias de informação clínica (COCIR, 2021).

Ademais, surge também a questão da dispersão, pois a possibilidade de criar os recursos e perfis relevantes para um determinado contexto, pode ser uma mais-valia e ao mesmo tempo acarretar diversos problemas. Esta flexibilidade e liberdade levam a que, por vezes, se criem sempre novas soluções desadequadas, em vez de se usarem as existentes, potenciando problemas de interoperabilidade. Tal pode acentuar o uso ineficiente de recursos já existentes e dificuldade na interpretação de especificações e requisitos de uso. Neste sentido, é preciso um esforço maior para que exista um guia de implementação claro, de forma a que haja uma normalização dos recursos utilizados entre diferentes projetos (COCIR, 2021).

Em última análise, um outro problema associado à utilização de FHIR é a falta de segurança na implementação da API FHIR, que pode resultar no acesso não autorizado a inúmeros registos de pacientes. A vulnerabilidade digital, em especial no setor da saúde, é uma realidade, pelo que é fundamental que se criem camadas de segurança para proteger as informações dos pacientes, de forma a garantir que o utilizador autenticado apenas possa ter acesso a registos de pacientes aos quais esteja autorizado. Um relatório recente de Knight (2021) ressalta que o elo mais fraco na segurança das implementações da API FHIR diz respeito à última camada entre o utilizador e os agregadores de dados clínicos. Não obstante, existem medidas que podem ser adotadas para promover a segurança, sobretudo ao nível do utilizador final, tais como a exigência de autenticação e a utilização da criptografia de forma a proteger a informação, aquando do seu armazenamento e partilha entre os diferentes aplicativos e SIS.

3. Resultados e Discussão

O presente capítulo incide sobre a descrição e discussão da solução proposta. Inclui a exposição de casos de uso relevantes para os utilizadores do ST, levantamento de requisitos (funcionais e não funcionais), apresentação da interface visual proposta e descrição da implementação de uma prova de conceito.

3.1. Solução proposta

Nesta secção será descrita a solução proposta. O ST proposto segue uma arquitetura cliente-servidor, de modo a permitir que o mesmo possa ser implantado em diversos ambientes. Neste fluxo de negócio destacam-se quatro principais atores: (1) o utilizador, (2) o administrador, (3) o servidor principal e (4) a réplica do ST de cada cliente. Os modelos de caso de uso apresentados foram desenhados no programa Draw.io (versão 13.9.9, lançada a 17 de janeiro de 2022, sendo que se pode ter acesso ao editor gráfico em <https://drawio-app.com/>).

Através da adoção de uma arquitetura de sindicância, é possível estabelecer diferentes níveis de comunicação, que se encontram ilustrados na Figura 3.1, mais concretamente: (1) comunicação da aplicação de cada organização de saúde com o utilizador, (2) comunicação de cada aplicação com a respetiva réplica do ST por intermédio da especificação de comunicação instituída pelo HL7 FHIR, particularmente, pelas operações realizadas nos seus recursos e, por fim, (3) comunicação de todas as réplicas de servidores de cada hospital ou organização de saúde com um servidor principal, mais uma vez por intermédio do HL7 FHIR.

Deste modo, torna-se exequível coordenar uma rede de ST, na qual diferentes grupos de trabalho podem seguir uma estratégia de cooperação e interajuda mútua para realizar as operações e os mapeamentos pretendidos entre diversas terminologias.

De acordo com este modo de funcionamento, em vez de os clientes utilizarem todos o mesmo serviço, existem diversas réplicas do mesmo que podem ser usadas ao nível de cada instituição, através do acesso a uma aplicação, sendo que todos eles se encontram interligados ao servidor principal. Este é o componente central, na medida em que é o local onde se processam todas as solicitações provenientes das réplicas de cada cliente. A função do servidor passa, portanto, por armazenar, processar e validar os dados, pelo que cada aplicação é somente responsável pela interação com o utilizador, na ótica de uma estratégia modular. Tal repercute-se numa maior escalabilidade, pois possibilita que o servidor comunique com diferentes aplicações com distintas funcionalidades e formas de interagir com os utilizadores.

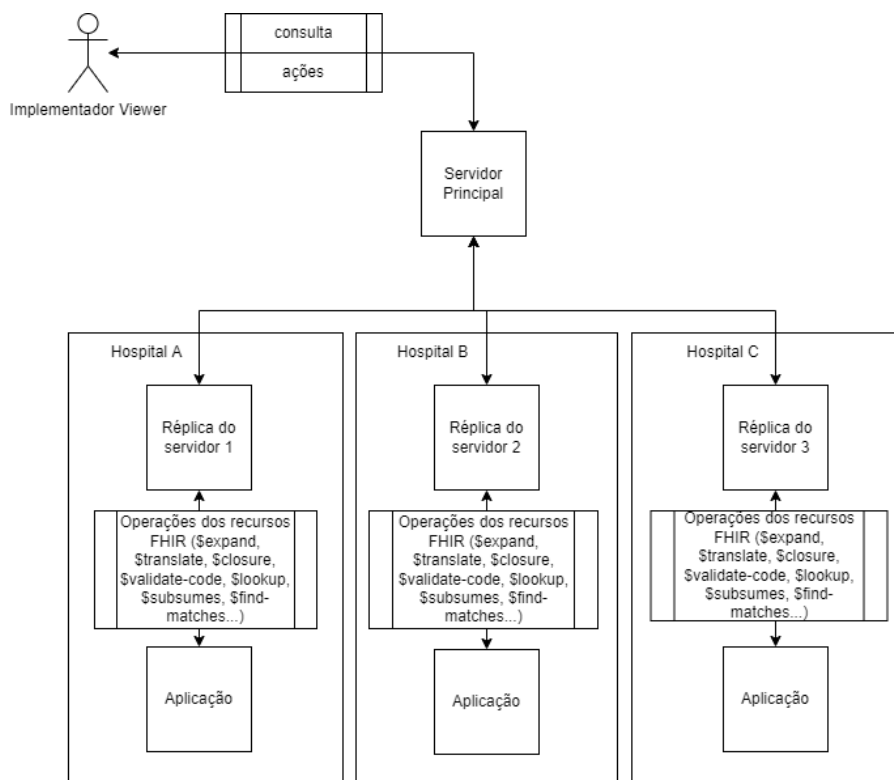


Figura 3.1 – Caso de uso do mecanismo de sincronização do ST proposto.

O princípio subjacente a esta funcionalidade visa facilitar a gestão de CS e VS, na medida em que ambos se encontram centralizados no mesmo local, isto é, no servidor principal, sendo apenas necessário geri-los uma só vez. Assim, ao nível dos clientes, só será necessário tratar da questão dos CM, mais concretamente, do mapeamento dos seus códigos internos com terminologias *standard*. Ademais, o esforço ao nível de cada instituição passa a ser menor, dado que os operadores de cada sistema clínico fazem apenas uso do seu ST para consultas locais, em vez de consultarem o ST principal, em prol de uma maior eficiência. Em termos de proteção de dados, torna-se mais seguro, pois cada cliente só tem acesso aos seus próprios dados, uma vez que a informação se encontra segregada. Mais importa referir que caso surja algum problema com uma réplica do servidor, há a vantagem de esse problema não ter impacto nos outros clientes. Além disso, como todas as réplicas comunicam com o servidor principal, é mais fácil mantê-los atualizados, pois qualquer atualização de um CS parte do servidor principal, que automaticamente atualiza cada uma das réplicas.

Posto isto, o acesso ao ST pode ser feito a nível local, em cada organização, segundo o modo *stand-alone*, através da sua autenticação na aplicação ou em alternativa, por acesso direto ao ST principal, através do *BackOffice* do VIEWER (lançado a 18 de abril de 2022), disponível somente aos seus implementadores. O *BackOffice* refere-se à plataforma que não interage com os clientes e que permite otimizar e automatizar os processos em cada uma das funções da

aplicação para aumentar a sua eficiência e rentabilidade, ao mesmo tempo que permite que a manutenção da plataforma se torne mais simples e rápida. Em suma, a criação de arquiteturas de sindicância é bastante útil para organizações que desempenham funções centrais, mas também para suborganizações que apresentam os seus próprios requisitos locais e particulares.

3.2. Interação administrador-servidor de terminologias

Nesta secção serão descritos casos de uso relevantes da utilização de um ST na perspectiva do utilizador/administrador. Foram identificados cinco casos de uso: (1) autenticação; (2) pesquisa de conceitos; (3) edição de recursos existentes; (4) criação de novos recursos e (5) validação de conceitos.

No que respeita ao caso de uso do módulo de autenticação, presente na Figura 3.2, é possível observar que o ator do sistema terá de fazer *login* para ter acesso ao ST principal, no caso do implementador VIEWER, ou às réplicas do ST existentes em cada organização, na perspectiva do utilizador. Para que ocorra a autenticação no sistema, é necessário que o utilizador recorra às suas credenciais, nomeadamente ao seu *username* ou *email* e à respetiva *password*. Caso clique na opção de “esqueci-me da minha *password*”, terá a oportunidade de redefinir a sua senha de acesso, por intermédio de um *link* que irá receber no seu endereço de *email* previamente verificado. Após ter acesso ao sistema, o utilizador pode a qualquer altura, independentemente do separador em que se encontra, fazer o *logout* e, por conseguinte, sair do sistema.

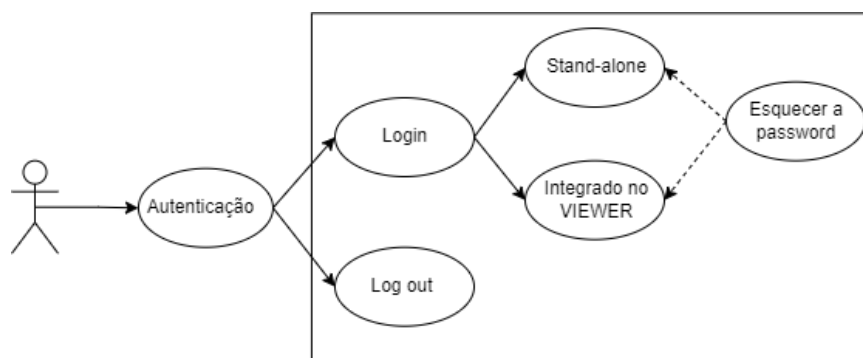


Figura 3.2 – Caso de uso do mecanismo do módulo de autenticação no ST proposto.

A Figura 3.3 reflete outras ações relevantes no que diz respeito às interações do administrador com o ST, nomeadamente:

- Pesquisa: Uma interface gráfica viável que permite a navegação rápida para a lista de objetos disponíveis, para um determinado conceito, para informação acerca do mesmo, assim como para mapeamentos entre conceitos de diferentes terminologias;

- Edição: Possibilita fazer alterações manuais aos objetos para cumprir os requisitos locais, mas com uma ressalva importante – a edição é crítica a nível local, todavia a mesma restringe-se apenas à réplica do servidor onde a mesma foi feita, não influenciando por isso, os restantes servidores de outras organizações de saúde;
- Criação/Importação: Permite adicionar ou criar novos recursos HL7 FHIR e importar recursos HL7 FHIR existentes, como arquivos JSON;
- Validação: Cada uma das réplicas é capaz de validar tanto os recursos criados pelos utilizadores, assim como se um determinado conceito pertence a um CS, de forma a preservar a integridade do ST.



Figura 3.3 – Caso de uso do módulo de pesquisa, edição, criação, importação e validação do ST proposto.

3.3. Requisitos funcionais do servidor de terminologias

Esta secção reúne os requisitos funcionais que o ST deve suportar de forma a cumprir com a solução proposta e casos de uso descritos nos tópicos anteriores.

Os requisitos funcionais constituem o alicerce do protótipo do ST, na medida em que descrevem o seu modo de funcionamento e as capacidades que o mesmo deve oferecer. Incluem, portanto, descrições detalhadas das funcionalidades do ST, tendo em consideração que, se as mesmas não forem atendidas, este último não poderá operar (Larman, 2004). Assim sendo, foi necessário realizar o levantamento de requisitos funcionais, que se encontram seguidamente descritos:

1. Fornecer versões anteriores das terminologias;
2. Suportar diferentes terminologias;
3. Permitir a realização de operações aos recursos HL7 FHIR;
4. Decompor os termos procurados;
5. Consultar a lista de todos os VS, CS e CM;
6. Procurar um CS pelo seu nome;
7. Adicionar modificadores a conceitos gerais;
8. Pesquisar conceitos em CS através de uma pesquisa simples ou avançada;
9. Obter um conceito, a sua descrição e propriedades através do identificador;
10. Obter o *Fully Specified Name* (FSN), o termo preferido e os sinónimos de um conceito;
11. Enumerar as relações hierárquicas entre conceitos;
12. Enumerar diferentes tipos de associações entre conceitos;
13. Apresentar uma representação gráfica da hierarquia e do painel de taxonomia;
14. Identificar o estado do conceito;
15. Identificar os conceitos candidatos a substituir cada conceito inativo;
16. Identificar o motivo da inativação do conceito;
17. Permitir a criação, atualização ou o *upload* de CS, VS e CM personalizados;
18. Adicionar mapeamentos entre dois CS;
19. Definir a configuração linguística e indicar traduções de determinados conceitos;
20. Validar se um conceito pertence a um CS;
21. Validar os recursos criados pelos utilizadores.

A Tabela 3.1 visa identificar se os diferentes ST existentes no mercado apresentam como funcionalidades alguns dos principais requisitos funcionais reconhecidos como fundamentais ao funcionamento de um ST. Atente-se que cada linha da tabela corresponde a um dos requisitos

e cada coluna diz respeito a um ST. Deste modo, é possível comparar os diferentes servidores, em termos das funcionalidades que oferecem com as apresentadas pela solução projetada. Os ST apresentados podem satisfazer o requisito totalmente (círculo preenchido), parcialmente (círculo sem preenchimento), ou não satisfazer (traço).

Tabela 3.1 – Comparação, ao nível da presença dos principais requisitos funcionais, entre os diferentes ST existentes no mercado (● disponível, ○ parcialmente disponível, – indisponível) (Williams, 2017; International Health Terminology Standards Development Organisation, 2020).

Requisitos funcionais	Snow Owl	Snowstorm	Ontoserver	West Coast Informatics
Versões anteriores das terminologias	●	○	●	–
Suportar diferentes terminologias	●	○	●	●
Operações aos recursos HL7 FHIR	○	○	●	–
Consultar a lista de todos os CS, VS e CM	●	○	●	–
Filtrar pesquisas	●	●	●	○
Adicionar modificadores a conceitos	●	●	●	●
Decompor os termos procurados	●	●	●	●
Obter um conceito, a sua descrição e propriedades através do identificador	●	●	●	●
Obter o FSN, o termo preferido e os sinónimos de um conceito	●	●	●	●
Relações hierárquicas entre conceitos	●	●	●	●
Representação gráfica da hierarquia e do painel de taxonomia	●	●	●	–
Diferentes associações entre conceitos	●	–	●	–
Estado de um conceito	●	●	●	○
Motivo da inativação de um conceito e candidato a substituir	●	●	●	–
Criação, atualização ou o <i>upload</i> de CS, VS e CM	○	○	●	–
Mapeamentos entre CS	●	–	●	○
Procurar um CS pelo nome	●	–	●	●
Definir a configuração linguística e indicar traduções de conceitos	●	●	●	–
Validar se um conceito pertence a um CS	●	●	●	–
Validar os recursos criados	●	○	●	–

Por análise da tabela anterior, é possível depreender que o Ontoserver dispõe de todos os requisitos funcionais considerados essenciais num ST. Já o Snow Owl apresenta praticamente todos eles, ao contrário do Snowstorm e do West Coast Informatics Terminology Server, pois como ambos são de livre acesso, por si só já seria expectável que disponibilizassem menos funcionalidades face aos restantes.

Apesar de existirem atualizações recorrentes dos CS, é fundamental que o ST assegure o acesso ao histórico completo de todas as versões anteriores, uma vez que é necessário conectar as versões aplicáveis de cada terminologia aos dados que se recebe do provedor de dados. É igualmente fundamental que o servidor seja capaz de suportar diferentes terminologias, nomeadamente o UMLS, o SNOMED CT, o LOINC, o RxNorm e o ICD (Krauss *et al.*, 2021).

Ao nível dos recursos HL7 FHIR, é crucial que o ST permita a realização de operações nos recursos CS (`$lookup`, `$validate-code`, `$subsumes` e `$find-matches`), VS (`$expand` e `$validate-code`) e CM (`$translate` e `$closure`). A consulta da lista desses recursos, assim como a procura de um recurso em específico pelo seu nome, também deverão ser permitidas. A criação, atualização ou o *upload* de CS, VS e CM personalizados é uma funcionalidade importante, pois permite utilizar os próprios códigos locais, inserir conceitos novos, restringir a procura a um conjunto mais fácil de gerir e adicionar mapeamentos entre dois CS. O utilizador deverá ainda ser capaz de definir a configuração linguística e indicar traduções de determinados conceitos, sendo que essas alterações devem ser feitas localmente sem afetar os outros utilizadores dos ST (Metke-Jimenez *et al.*, 2018).

No que tange à procura, o utilizador deve ser capaz pesquisar conceitos em CS através de uma pesquisa simples ou avançada, sendo que nesta última deverá ser capaz de filtrar pesquisas pelo *status* do conceito (estado ativo, inativo ou ambos), *effective time* (data a partir da qual o conceito é eficaz), razão de inativação do conceito e pelo ancestral hierárquico (B2i Healthcare, 2022b). É igualmente esperado que seja possível adicionar modificadores a conceitos gerais, por exemplo, o conceito "hipertensão" pode ter modificadores indicativos da gravidade poderá ser "leve", "moderada" ou "grave", assim como modificadores contextuais, ou seja, "hipertensão de um paciente jovem", entre outros. Outro critério inegável de um ST diz respeito à decomposição dos termos, pois é essencial que haja a possibilidade de separar frases complexas nos seus componentes atómicos (De Quirós *et al.*, 2018).

No que concerne aos resultados, é expectável que através do identificador, se obtenha o conceito, a sua descrição e as suas propriedades, assim como o FSN, o termo preferido e os sinónimos de um determinado conceito. Note-se que o FSN representa uma descrição única e inequívoca do significado de um conceito, dado que cada conceito só pode ter um FSN em cada

idioma ou dialeto. As relações entre conceitos devem também ser enumeradas ou representadas graficamente, através de uma hierarquia e de um painel de taxonomia. Uma outra funcionalidade importante diz respeito à enumeração de diferentes tipos de associações entre conceitos aquando do mapeamento, nomeadamente, comparar dois conceitos e identificar se os mesmos são uma correspondência exata, equivalentes, se um é mais amplo ou mais específico que o outro, entre outros (Zhou *et al.*, 2019).

É ainda necessário que o estado do conceito seja exibido, isto é, se o conceito está ativo ou inativo e, neste último caso, indicação do conceito a substituí-lo, bem como a identificação do motivo da inativação do conceito. As descrições de um conceito podem tornar-se inativas se, por exemplo, estiverem desatualizadas ou não forem mais aceitáveis e os conceitos podem tornar-se inativos se forem duplicados, ambíguos, erróneos ou desatualizados (International Health Terminology Standards Development Organisation, 2020). Em termos de validação, deverá permitir validar se um conceito pertence a um CS, assim como verificar se o recurso criado pelos utilizadores é válido, de forma a que os possa rejeitar caso sejam inválidos. Neste caso, deve aparecer uma mensagem a indicar se há um erro e onde o mesmo está localizado (Metke-Jimenez *et al.*, 2018).

3.4. Requisitos não funcionais do servidor de terminologias

Os requisitos não funcionais definem atributos do sistema que influenciam diretamente a arquitetura da solução, tais como a usabilidade, portabilidade, interoperabilidade, manutenção, segurança e performance, garantindo assim a eficácia do sistema. É fundamental atender a estes requisitos, caso contrário, tal pode resultar num sistema que não cumpre as necessidades dos clientes e do mercado, ou ainda os requisitos obrigatórios impostos por agências reguladoras ou por normas (Larman, 2004).

Requisitos de usabilidade

A usabilidade é um requisito não funcional de qualquer sistema interativo, pelo que se foca na experiência e satisfação do utilizador do ST. Posto isto, o utilizador deverá ser capaz de procurar, criar e consultar recursos no servidor de uma forma rápida, intuitiva e com o menor número de interações possíveis com o sistema (Larman, 2004).

Assim, o sistema deverá disponibilizar um comando de ajuda em todos os campos ou documentação explicativa de como utilizar o ST, apresentar o texto a uma cor diferente conforme se passa com o cursor e expor os resultados segundo um *ranking*, dado um determinado contexto. É importante que os utilizadores sejam capazes de localizar rapidamente

o conceito de interesse com o mínimo de esforço, o que significa que o sistema deve retornar rapidamente uma boa classificação de possíveis correspondências (De Quirós *et al.*, 2018).

As características esperadas, em termos de *user assistance*, incluem: (1) o autocompletar, no qual a aplicação prevê o resto da palavra que o utilizador escreve e a (2) correção ortográfica, abrangendo a verificação ortográfica inteligente e possíveis recomendações. O *design* do sistema deverá ainda evitar cores demasiado fortes (Metke-Jimenez *et al.*, 2018).

Adicionalmente, o ST deverá permitir ao utilizador operar de duas maneiras distintas, mais concretamente de forma independente (que suporta um único utilizador), ou em colaboração (suporta vários utilizadores conectados a um único servidor de forma distribuída) (B2i Healthcare, 2022c). Tem-se ainda que o acesso ao ST poderá ser feito de duas formas distintas, isto é, através do modo *stand-alone*, que consiste no acesso direto ao ST de cada instituição através de um utilizador, no qual o mesmo terá de fazer a sua própria autenticação ou então através de uma solução integrada, isto é, por acesso direto ao ST principal através do *BackOffice* do VIEWER (solução da Glintt, lançada a 18 de abril de 2022).

Requisitos de performance

Este tipo de requisito não funcional foca-se sobretudo em características como o rendimento e o tempo de resposta da solução. Tanto na criação de um recurso como na pesquisa de um determinado conceito, os utilizadores pretendem obter os resultados desejados o mais rapidamente possível, pelo que se visa conseguir um alto nível de desempenho do sistema para satisfazer as necessidades dos utilizadores. Posto isto, é expectável que o sistema responda à solicitação de um utilizador num período máximo de (Lopes, 2020; Wassing, 2020; Larman, 2004):

- 1 s ou menos para pesquisa e validação;
- 2 s ou menos para as operações e criação de recursos;
- 3 s ou menos para listagem.

Um critério fundamental de um ST diz respeito à normalização das palavras, pois devido às idiosincrasias inerentes a cada utilizador, podem ser utilizadas diversas variantes léxicas de palavras que podem não corresponder às suas respetivas representações numa determinada nomenclatura. Assim, pretende-se reduzir a redundância de certas variações comuns que incluem o género, tempo, pluralidade e pontuação, e, por conseguinte, a quantidade de informação diferente que um computador precisa de processar, de modo a melhorar a sua eficiência (De Quirós *et al.*, 2018).

Requisitos de manutenção

A manutenção do *software* deve ser garantida, por intermédio de atualizações recorrentes do sistema, após o mesmo ter sido disponibilizado para utilização. Tal visa corrigir possíveis erros ou falhas existentes no sistema, assim como a adição de novos conceitos e funcionalidades não previstas inicialmente. Note-se que a necessidade de o sistema apresentar falhas é minimizada conforme a confiabilidade do sistema aumenta.

Mais importa referir que o ST principal deve apresentar a funcionalidade de sindicância, isto é, deve ser capaz de transferir dados entre diferentes réplicas de servidores, constituindo assim um mecanismo fácil para todos eles se manterem sempre atualizados com novas versões de terminologias clínicas. O ST terá, portanto, a possibilidade de atuar como um cliente e servidor, criando uma cadeia de distribuição de servidores. Assim, com o conteúdo sindicado por todo o ecossistema de saúde, torna-se possível que os utilizadores de diferentes sistemas clínicos façam uso de ST locais, em vez de utilizar o ST principal (Australian Digital Health Agency, 2021).

Requisitos de segurança

A questão da segurança é particularmente relevante quando a informação é sensível, nomeadamente, dados pessoais dos pacientes, pelo que é necessário haver restrições de acesso ao sistema. Como tal, inclui questões de confidencialidade e autenticação, de modo a salvaguardar a proteção dessas informações contra ataques informáticos ou tentativas de acesso não autorizadas. As medidas necessárias nesse sentido encontram-se enumeradas de seguida (Haggerty, 2017; Hunt *et al.*, 2016):

- Os utilizadores só poderão ter acesso ao sistema se tiverem as credenciais de acesso;
- Somente utilizadores que tenham sido previamente autorizados pelos administradores poderão ter acesso à informação contida no sistema;
- Os implementadores VIEWER/administradores do sistema são os únicos com a capacidade de alterar as permissões de acesso. Devem aprovar as novas contas criadas e escolher o conteúdo a que cada indivíduo terá acesso, concedendo-lhes diferentes níveis de permissão: ler (bem como exportar), visualizar apenas, editar (navegar, editar, importar e exportar), ou ter o controlo total (poderes de administrador);
- Uma cópia de segurança dos dados do sistema deverá ser realizada de forma recorrente, idealmente a cada 24 horas e a mesma deverá ser armazenada num local seguro;

- Caso seja necessário estabelecer algum tipo de comunicação entre o servidor principal e os clientes, é preciso recorrer previamente à criptografia dos dados.

Requisito de interoperabilidade

No que concerne à interoperabilidade, este requisito é definido como a facilidade com que um sistema pode compartilhar informações e trocar dados com outros sistemas. O ST deve ser interoperável com diferentes sistemas, pelo que deverá ser utilizado o HL7 FHIR como um *standard* de comunicação para facilitar a interoperabilidade de dados.

A Tabela 3.2 apresenta uma comparação entre os diferentes ST existentes no mercado, relativamente às capacidades que apresentam em termos de requisitos não funcionais.

Tabela 3.2 – Comparação, ao nível da presença dos principais requisitos não funcionais, entre os diferentes ST existentes no mercado (● disponível, ○ parcialmente disponível, – indisponível) (Williams, 2017).

Requisitos não funcionais	Snow Owl	Snowstorm	Ontoserver	West Coast Informatics
Usabilidade	○	○	○	○
Performance	●	●	●	○
Manutenção	○	○	●	–
Segurança	●	○	●	○
Interoperabilidade	●	○	●	○

No que respeita aos requisitos de usabilidade, nenhum dos quatro servidores sob análise dispõe de todos os parâmetros considerados essenciais, apresentando diversas falhas. Essencialmente, na sua maioria, o *layout* de interface com o utilizador revela-se visualmente confuso, por vezes com variados *pop-ups*, o que leva a diversas “interrupções” da ação em curso, o que não contribui para que se ofereça a experiência mais agradável possível ao utilizador, nem para que a navegação ocorra de uma forma rápida e intuitiva. Ademais, a maioria dos servidores analisados não dispõe de um *user assistance* e de um *user guide*, que se considera crucial para orientar os utilizadores pelos fluxos de trabalho.

No que tange aos requisitos de performance, o West Coast Informatics Terminology Server é o que apresenta mais falhas, na medida em que, por um lado, não assegura a normalização das palavras de forma a reduzir palavras relacionadas ao mesmo radical e, por outro lado, apresenta o dobro do tempo de resposta do Snow Owl, que corresponde ao ST com um tempo

médio de resposta mais curto comparativamente aos restantes, de aproximadamente 749 milissegundos (Wassing, 2020).

Em termos de requisitos de manutenção, apesar de praticamente todos apresentarem a capacidade de manutenção do *software*, apenas o Ontoserver suporta o mecanismo de sindicância. Ademais, tem-se que parte da documentação oficial sobre o West Coast Informatics Terminology Server foi descurada há vários anos e, grande parte, encontra-se inacabada, não sendo, portanto, alvo de atualizações recorrentes, ao contrário dos restantes ST.

Face aos requisitos de segurança, o Snowstorm e o West Coast Informatics Terminology Server são os únicos, entre os expostos, cujos requisitos não se alinham com os propostos, dado que ambos os servidores são de livre acesso.

Relativamente aos requisitos de interoperabilidade, esta é alcançada tanto no Snow Owl como no Ontoserver, contudo o mesmo não se verifica nos restantes ST. Mais concretamente, o Snowstorm suporta apenas o SNOMED CT e algumas operações aos recursos HL7 FHIR, à semelhança do West Coast Informatics Terminology Server, que apesar de suportar diferentes terminologias, não disponibiliza operações a recursos HL7 FHIR.

Por fim, após análise dos requisitos funcionais e não funcionais dos principais ST existentes no mercado, pode-se depreender que, apesar de o Ontoserver ser o servidor que dispõe de um maior número de serviços, nenhum reúne todas as funcionalidades reconhecidas como fundamentais ao funcionamento de um ST e de suma importância para dar resposta às necessidades dos utilizadores.

3.5. Design

O presente capítulo visa expor a interface do ST proposta, sobre a forma de aplicação *web*. Dado que o ST ainda se encontra em desenvolvimento, serão expostas apenas as funcionalidades do protótipo delineado até ao momento. Os *mockups* apresentados foram desenhados no programa Figma, no período compreendido entre 1 de abril e 31 de maio (acesso ao editor gráfico em <https://www.figma.com/>). A interface foi idealizada com foco na qualidade da experiência do utilizador, de forma a garantir o acesso à informação de forma rápida e intuitiva, com o menor número de passos e tempo possíveis. Por isso, considerou-se fundamental que a usabilidade por toda a aplicação fosse consistente e uniforme.

De seguida, serão apresentadas as interfaces propostas, de acordo com os casos de uso definidos na secção 3.2.

3.5.1. Autenticação e ecrãs principais

A Figura 3.4 exibe o modo de autenticação do utilizador, no qual o mesmo poderá fazer o *login* através do seu *username* ou *email* e respetiva *password*. No caso de se esquecer da mesma, poderá sempre carregar em “*Did you forget your password?*” de forma a seguir os procedimentos usuais para a recuperar, como pode ser verificado na Figura C-1, publicada no Apêndice C. Na situação de as credenciais serem inseridas incorretamente, irá surgir na mesma página uma mensagem de erro (Figura C-2, no Apêndice C). O utilizador poderá ainda guardar a sua *password* para utilizações futuras, basta para isso carregar no botão “*Remember me*”. Como o servidor principal estará incluído no *BackOffice* do VIEWER, prezou-se por seguir o *design* simples e claro do mesmo.

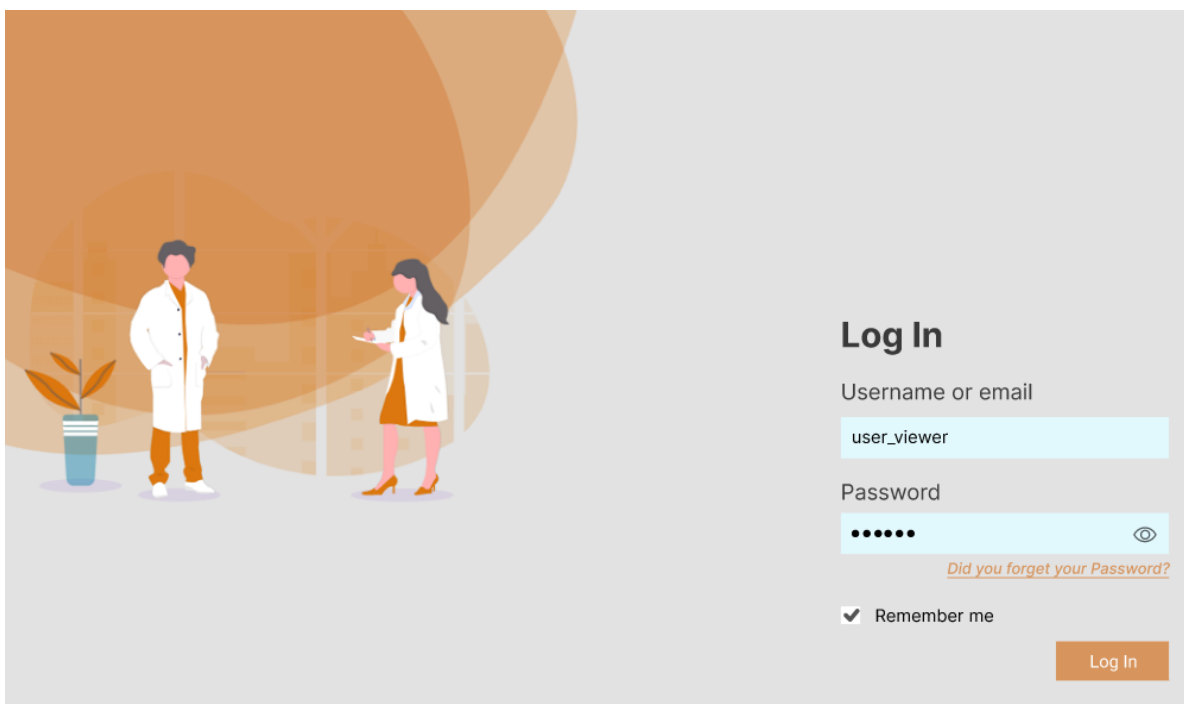


Figura 3.4 – Página inicial do *BackOffice* na qual o utilizador se poderá autenticar.

De seguida, terá acesso ao ecrã inicial do *BackOffice*, onde encontrará uma barra de navegação principal na horizontal, no qual um dos separadores diz respeito ao ST (Figura 3.5). Neste separador existe um menu lateral onde é possível ter acesso aos objetos HL7 FHIR, assim como navegar entre recursos (*Browse*) e procurar conceitos no servidor (*Search*), assim como criar novos objetos (*Create*), sendo que nos iremos focar mormente nestas três ações. Atente-se ainda que todas as páginas permitem um acesso fácil e direto à página principal.

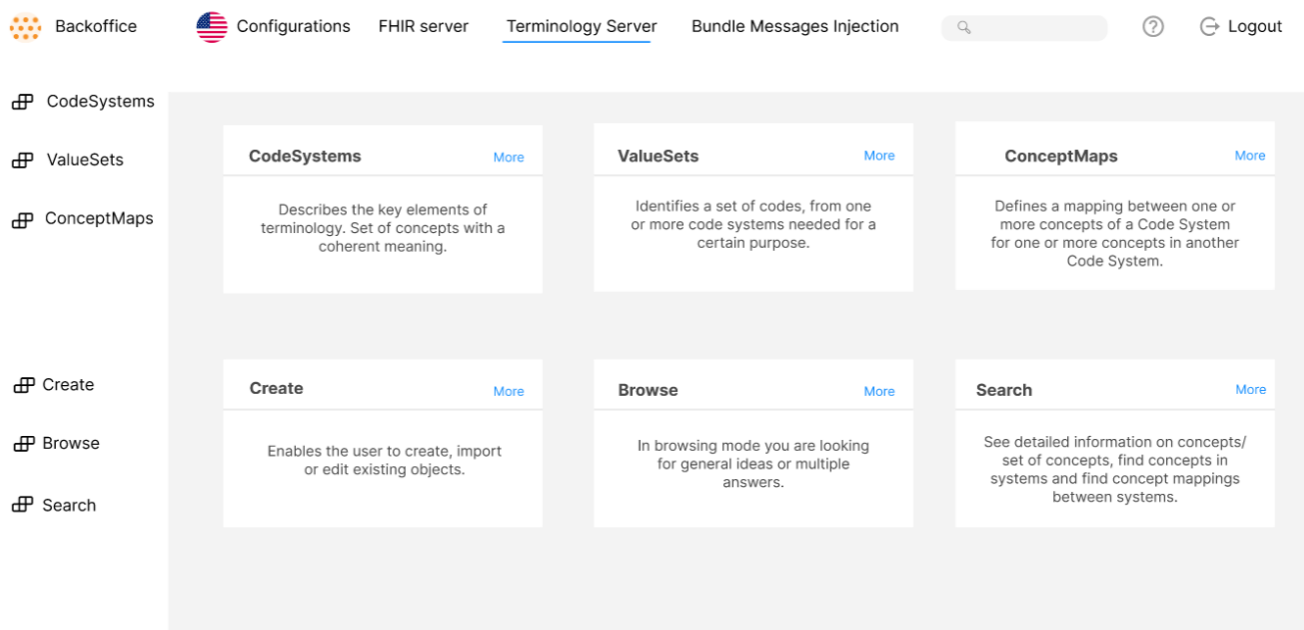


Figura 3.5 – Ecrã principal do separador do ST no *BackOffice* do VIEWER.

3.5.2. Create

Os utilizadores podem criar, importar ou editar objetos HL7 FHIR, pelo que se o utilizador seleccionar a opção *Create* no separador do ST, será redirecionado para uma página onde constam os recursos disponíveis, nomeadamente CS, VS e CM, como é observável através da Figura C-3, presente no Apêndice C.

A Figura 3.6 apresenta um exemplo dos parâmetros a preencher no caso da criação de um VS. No caso do VS, de acordo com a especificação HL7 FHIR, há dois parâmetros obrigatórios a preencher, aquando da sua criação, nomeadamente o *status* e o *content*, de modo a ser possível rastrear o ciclo de vida do conteúdo deste recurso, assim como a ter acesso aos conceitos e aos códigos que o mesmo define, respetivamente. Caso estes dois parâmetros não sejam preenchidos, uma mensagem de erro irá aparecer ao utilizador (HL7 FHIR, 2022i).

Os restantes parâmetros são de preenchimento opcional. A título de exemplo, tem-se o caso do parâmetro *Name*, no qual o utilizador poderá atribuir um nome que servirá de identificador do VS; o parâmetro *Title*, que diz respeito a um título curto, descritivo e *user-friendly*, ou ainda o parâmetro *Date* que se refere à data em que o VS foi publicado (a explicação dos restantes parâmetros pode ser consultada em <https://build.fhir.org/valueset.html>).

- CodeSystems
- ValueSets
- ConceptMaps

- Create
- Browse
- Search

Create

Enables the user to create, import or edit existing objects.

ValueSet ConceptMap CodeSystem

Defined Contents

Title

Name

Value set URI

Version

- Include Codes
 Include Filter
 Exclude codes
 Exclude Filter

Code System

Code System version

Value Sets

<input type="checkbox"/>	Property	Operations	Value	
<input checked="" type="checkbox"/>		=		v
<input checked="" type="checkbox"/>		=		v
<input checked="" type="checkbox"/>		=		v

Additional Metadata

Language

Value set URI

Identifier Identifier Identifier system

Profile (s) Minimal ValueSet Shareable ValueSet

Status

Date Time : :

Publisher

Contact Name System Details

Description

Copyright

Supplement Code System Code System version

Tag Tag Code Tag System

Security Security Code Security System

Narrative

Upload to FHIR server

 Validate Value Set

Figura 3.6 – Painel relativo à ação de criar um VS no separador do ST.

Após o preenchimento dos parâmetros solicitados e pretendidos pelo utilizador, o mesmo deverá validar o VS criado, sendo que, posteriormente, este tornar-se-á disponível no servidor. Mais importa referir que o utilizador poderá ainda, neste separador, importar ou exportar um VS. Atente-se que o painel referente à ação de criar, importar ou editar objetos HL7 FHIR, é adaptável a cada um deles, sofrendo apenas algumas alterações, como é possível conferir por análise das Figuras C-5 e C-6, relativas à criação de um CS e de um CM, respetivamente, no Apêndice C.

3.5.3. Search

Através da opção *Search* no separador do ST, é possível pesquisar conceitos em VS, CS e CM existentes. O utilizador será redirecionado para uma página que contém os objetos HL7 FHIR já mencionados, para que selecione o recurso onde pretende procurar um determinado conceito, como é observável através da Figura C-4, presente no Apêndice C. Na Figura 3.7 tem-se um exemplo de pesquisa do conceito ativo *heart*, neste caso, em todas as terminologias normativas (SNOMED CT, ATC, ICD-10, LOINC, etc.), assim como em CS criados localmente (atente-se no parâmetro “*All*” selecionado).

Conforme se aplicam filtros à pesquisa, a tabela dos conceitos, com o FSN, o *status* e o CS a que pertencem vai sendo atualizada até que corresponda totalmente a todas as solicitações do utilizador. Há certas propriedades que já se encontram selecionadas por *default*, como é o caso do *Select CodeSystem* e do *Match*, que apresentam selecionado o “*All*”, ou ainda o *status* que, até indicação contrária, apresenta somente os conceitos ativos. Foram escolhidas estas opções como *default*, dado que são as mais inclusivas e as mais procuradas usualmente. Mais importa referir que o painel relativo à ação de pesquisa de um conceito é igual para todos os objetos HL7 FHIR, alterando somente a segunda linha relativa ao *Select CodeSystem*, conforme o objeto em causa, assim como as respetivas opções disponíveis no servidor, de acordo com o contexto em que se insere, como é visível nas Figuras C-8 e C-9, no Apêndice C.

Posteriormente, o utilizador pode selecionar o conceito que pretende, bastando para isso clicar em cima do nome em questão, sendo direcionado para uma outra página, no separador *Browse*, representada posteriormente na Figura 3.11, onde terá acesso a informações detalhadas do mesmo.

A pesquisa de um conceito inativo segue um registo semelhante, como é possível verificar nas Figuras C-10 e C-11 do Apêndice C.

Backoffice Configurations FHIR server Terminology Server Bundle Messages Injection ? Logout

CodeSystems ValueSets ConceptMaps

Create Browse Search

Search

See detailed information on concepts/set of concepts, find concepts in systems and find concept mappings between systems.

ValueSet ConceptMap CodeSystem

Type at least 3 characters 14 results in 0.34 seconds

Select CodeSystem ▼

Match ▼ of the following rules:

Status is ▼

Effective time is from to

Concept ancestor

Concept includes

Fully Specified Name	Status	CodeSystem
Fatty degeneration of heart (disorder)	Active	SNOMED CT
Round heart disease (disorder)	Active	Veterinary Terminology Services Laboratory maintained
Dilated cardiomyopathy secondary to peripartum heart disease (disorder)	Active	SNOMED CT
Myocardial degeneration (disorder)	Active	SNOMED CT
Danish type familial amyloid cardiomyopathy (disorder)	Active	SNOMED CT
Valvular cardiomyopathy (disorder)	Active	SNOMED CT
Dilated cardiomyopathy caused by drug (disorder)	Active	SNOMED CT
Primary cardiomyopathy (disorder)	Active	SNOMED CT
Cardiac glycogenosis (disorder)	Active	SNOMED CT
Cardiomyopathy secondary to deficiency of selenium and/or vitamin E (disorder)	Active	Veterinary Terminology Services Laboratory maintained
Ventricular myocardial noncompaction cardiomyopathy (disorder)	Active	SNOMED CT
Right ventricular myocardial noncompaction cardiomyopathy (disorder)	Active	SNOMED CT
Left ventricular myocardial noncompaction cardiomyopathy (disorder)	Active	SNOMED CT
Ischemic dilated cardiomyopathy due to coronary artery disease (disorder)	Active	SNOMED CT

Figura 3.7 – Painel relativo à pesquisa de um conceito ativo num CS no separador do ST.

3.5.4. Browse

O *Browse* permite efetuar uma navegação mais geral, através de uma pesquisa rápida. Na página inicial deste separador, tem-se uma barra de pesquisa, na qual o utilizador pode procurar o conceito pretendido, assim como apresenta dicas para que a pesquisa se torne o mais eficiente e clara possível (Figura 3.8). Assim, o utilizador pode ter acesso aos VS, CS e CM de que o conceito faz parte e a informação mais detalhada sobre o mesmo. Atente-se que os três primeiros caracteres do termo procurado são suficientes para que o sistema apresente as correspondências possíveis. A plataforma, por *default*, não diferencia maiúsculas ou minúsculas

para aumentar a performance do sistema, mas caso se pretenda enfatizar esta diferença, o utilizador deverá iniciar a pesquisa do termo com duas ou mais letras maiúsculas.

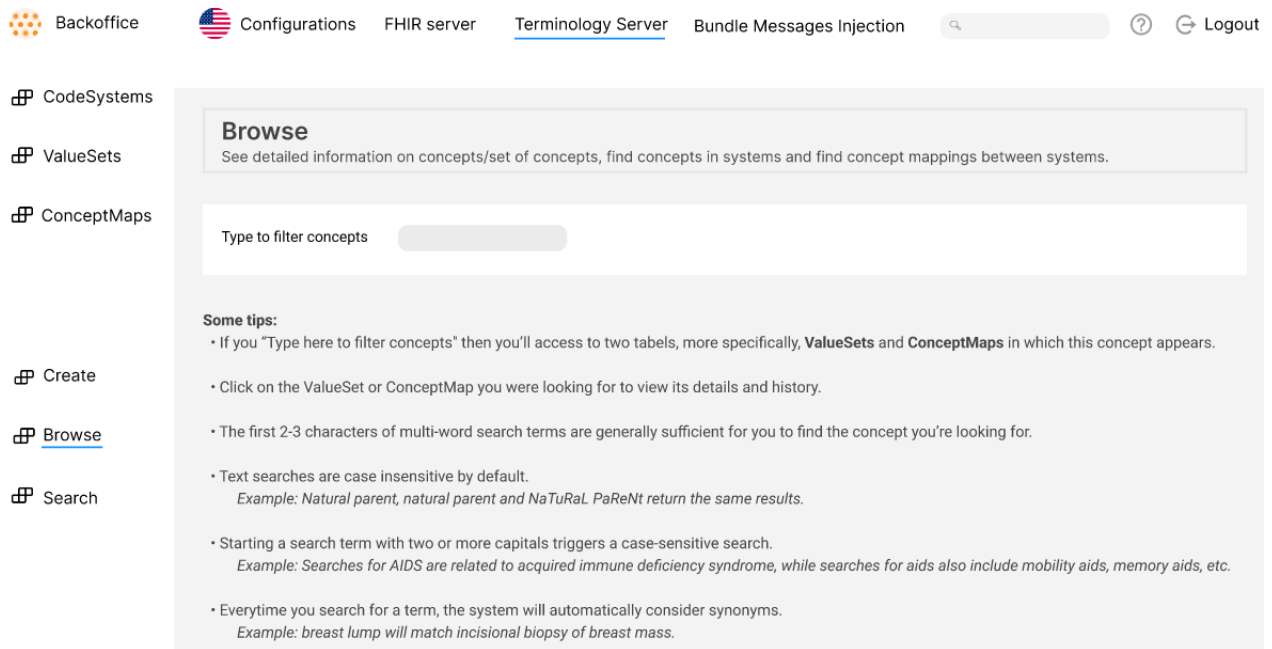


Figura 3.8 – Painel principal do *Browse* no separador do ST.

Após a pesquisa de um conceito, o utilizador terá acesso a uma tabela dos VS, CS e CM a que pertence. A título de exemplo, o utilizador pode de seguida seleccionar, como representado na Figura 3.9, o VS pretendido. Caso seleccione o botão do filtro, terá acesso a uma barra de pesquisa, de modo a filtrar o VS desejado, de forma a facilitar a procura, como visível na figura.

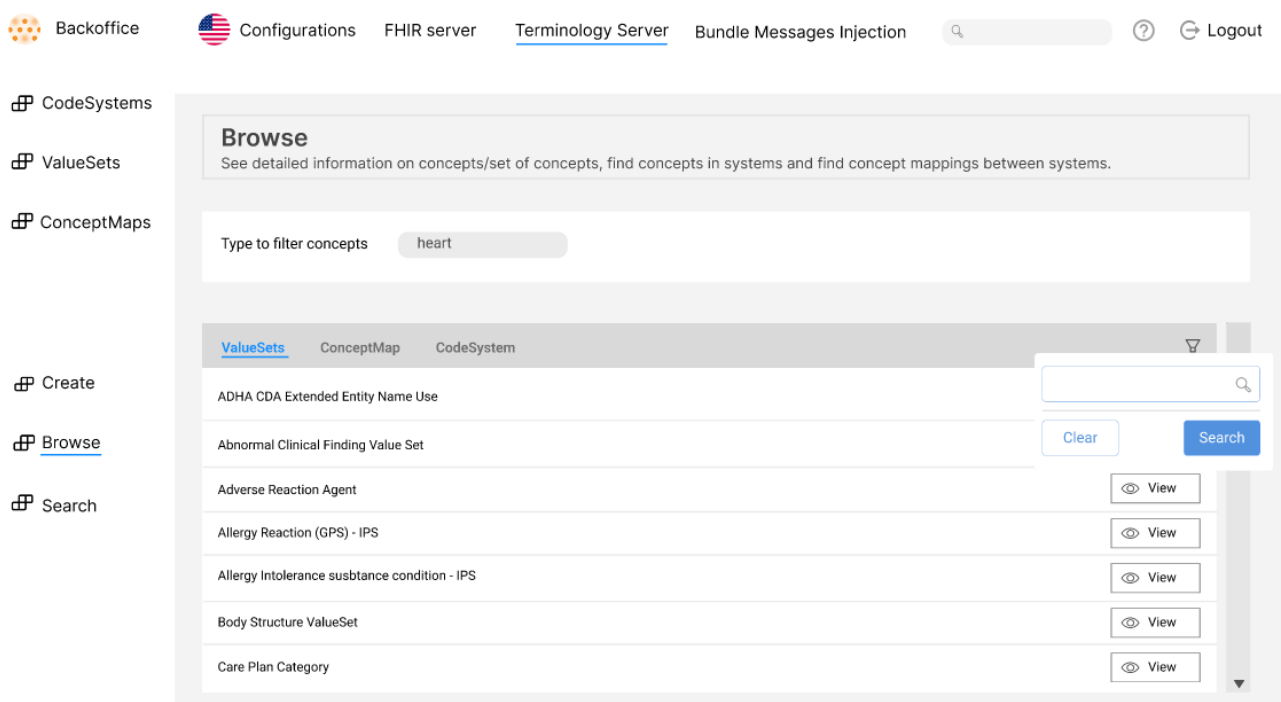


Figura 3.9 – Painel do *Browse* relativo à pesquisa dos VS a que um determinado conceito pertence no separador do ST.

Mais importa referir que, mais uma vez, o painel relativo à ação de pesquisa de um conceito é similar a todos os diferentes objetos HL7 FHIR, como é possível conferir por análise das Figuras C-12 e C-13, relativas à pesquisa num CM e num CS, respetivamente, no Apêndice C.

Após selecionar o VS pretendido, por exemplo, o “ADHA CDA Extended Entity Name Use”, a que o conceito procurado pertence, tal como representado na Figura 3.10, o utilizador pode selecionar o botão *View* para ter acesso a todos os termos que pertencem a esse VS e que contêm o conceito procurado, neste caso particular, “heart”.

Backoffice Configurations FHIR server Terminology Server Bundle Messages Injection ? Logout

CodeSystems ValueSets ConceptMaps Create Browse Search

Browse

See detailed information on concepts/set of concepts, find concepts in systems and find concept mappings between systems.

ADHA CDA Extended Entity Name Use

Concepts	Top Level Concept	
Structure of heart	Body structure	
Heartburn	Finding	
Abdominal heart	Disorder	
Athlete's heart	Disorder	
Autograft heart	Substance	
Cineradiography - heart	Procedure	
Fatty degeneration of heart	Disorder	

Figura 3.10 – Painel do *Browse* relativo à pesquisa de um termo num determinado VS no separador do ST.

Posteriormente, poderá selecionar o termo pretendido, clicando novamente no botão *View*, sendo direcionado para uma outra página, na qual terá acesso a informações mais detalhadas sobre o mesmo, como se pode constatar na Figura 3.11. É então possível observar diversas informações sobre o conceito selecionado, nomeadamente, o seu identificador, o seu *status*, o CS a que pertence, a data em que se tornou ativo, o seu FSN e os seus sinónimos. Ademais, o utilizador pode ainda visualizar como os conceitos se posicionam hierarquicamente por análise das suas propriedades ou do diagrama. Adicionalmente, tem-se acesso aos códigos de mapeamento do CS selecionado, neste caso o SNOMED CT, para outros existentes, assim como uma tabela figurativa do historial do conceito em questão, mormente das atualizações de que foi alvo.

Backoffice Configurations FHIR server **Terminology Server** Bundle Messages Injection ? Logout

CodeSystems ValueSets ConceptMaps Create Browse Search

Browse

See detailed information on concepts/set of concepts, find concepts in systems and find concept mappings between systems.

OVERVIEW

- Myocardial degeneration
 - Fatty degeneration of heart (disorder)

Fatty degeneration of heart (disorder)

Concept ID	9909003
CodeSystem	SNOMED CT
Effective time	2002-01-30
Status	Active
Fully specified name	Fatty degeneration of heart (disorder)
Synonym	Fatty degeneration of heart

Properties

Is a	Myocardial degeneration
Associated morphology	Fatty degeneration
Finding site	Myocardium structure

Diagram

Mappings

P52..	CTV3 simple map
Q21.3	ICD-10 complex map reference set
Q22.0	ICD-10-CM complex map reference set
Q22.1	ICD-10-CM complex map reference set
Unmapped	ICD-10-CM complex map reference set
Q21.8	ICD-10-CM complex map reference set
Q21.3	ICD-10-CM complex map reference set
745.2	ICD-9-CM equivalence complex map reference set
K73	International Classification of Primary Care, Second edition complex map reference set
D4-31110	D4-31110

History

Version	Date	Changes	Author	Comments
11.3	01-05-2016	2	admin.viewer@glintt.com	Imported SNOMED CT components with effective 20160401 from full release
11.2	01-05-2016	2	admin.viewer@glintt.com	Imported SNOMED CT components with effective 20160131 from full release
11.1	30-04-2016	1	admin.viewer@glintt.com	Imported SNOMED CT components with effective 20150930 from full release
11	30-04-2016	9	admin.viewer@glintt.com	Imported SNOMED CT components with effective 20150731 from full release
10	28-04-2016	16	admin.viewer@glintt.com	Imported SNOMED CT components with effective 20140731 from full release
9	20-04-2016	6	admin.viewer@glintt.com	Imported SNOMED CT components with effective 20130131 from full release
8.3	15-04-2016	1	admin.viewer@glintt.com	Imported SNOMED CT components with effective 20111003 from full release
8.2	14-04-2016	1	admin.viewer@glintt.com	Imported SNOMED CT components with effective 20110401 from full release

Figura 3.11 – Informação detalhada do conceito ativo pesquisado, nomeadamente, *Fatty degeneration of heart*.

Uma das principais preocupações recaiu sobre a existência de um *user assistance*, pelo que ao longo de todo o sistema, a cada passagem do rato, aparecem informações detalhadas sobre cada parâmetro, de modo a esclarecer o utilizador sobre quaisquer dúvidas que possam surgir, como é observável na Figura C-7 do Apêndice C, que compila a maioria das informações disponíveis. Optou-se, portanto, por dispor de instruções claramente escritas, curtas e de fácil compreensão, de forma a que os utilizadores conseguissem completar as suas tarefas facilmente.

Deste modo, como a informação do sistema se encontra bem documentada, o utilizador consegue fazer uso da plataforma de uma maneira mais rápida e eficaz.

3.6. Prova de conceito

Nesta secção será descrita a implementação de uma prova de conceito do ST proposto, resultado do terceiro ciclo iterativo, segundo a metodologia do *Action-Research* (Secção 2.1).

O desenvolvimento da mesma foi possível graças à criação de uma sinergia com um colega também a realizar estágio na empresa. Neste seguimento, foram criados alguns recursos HL7 FHIR para que pudessem ser utilizados como teste. A título de exemplo, tem-se o CS presente no Apêndice D. Este CS foi construído com auxílio da aplicação Trifolia (versão 5.3.8, lançada a 19 de outubro de 2020, acesso à ferramenta em <https://trifolia-fhir.lantanagroup.com/>) e contém códigos da terminologia LOINC que constituem exemplos de análises laboratoriais. No CS é definida uma hierarquia do tipo *is a* (isto é, estabelece uma relação entre conceitos pais e filhos) e são definidas as seguintes propriedades:

- *Inactive*: booleano que indica se o conceito está ativo (*false*) ou inativo (*true*);
- *Parent*: código que corresponde a um código pai;
- *Child*: código que corresponde a um código filho;
- *isBiochemistry*: booleano que indica se o conceito é da categoria bioquímica (*true*);
- *isMicrobiology*: booleano que indica se o conceito é da categoria microbiologia (*true*).

Relativamente ao recurso VS, foram implementados com sucesso os métodos:

- `$expand`: trata-se da principal forma de pesquisar um código. É expectável que retorne o(s) conceito(s) procurados dentro do VS ou uma mensagem de erro, através do recurso `OperationOutcome` (consultar Figura E-1 do Apêndice E);
- `$validate-code`: utilizado para validar um código num contexto em particular e se pertence a um certo VS. Como já referido, retorna um resultado (verdadeiro ou falso), uma mensagem de erro e a exibição recomendada para o código (ver Figura E-2 do Apêndice E).

No que concerne ao recurso CS, foram implementados com sucesso os métodos `$lookup`, `$validate-code` e `$subsumes`. Apenas não foi implementada a operação `$find-matches`. Posto isto, as operações criadas foram as seguintes:

- `$lookup`: dado um determinado código ou *system*, é possível obter detalhes adicionais sobre o conceito, incluindo a sua definição, o *status*, as suas designações e propriedades (consultar Figura E-3 do Apêndice E);
- `$validate-code`: destina-se a verificar se os códigos são válidos num contexto em particular e se pertencem a um certo CS. Retorna um resultado (verdadeiro ou falso), uma mensagem de erro e a exibição aconselhada para o código (contemplar Figura E-4 do Apêndice E);
- `$subsumes`: utilizada para testar a relação hierárquica (do tipo *is a*) entre o código A e o código B do mesmo CS (conferir Figura E-5 do Apêndice E). Existem quatro códigos possíveis a serem retornados: 1) os dois conceitos podem ser equivalentes, isto é, são ambos *child concepts*; 2) o código A *subsumes* o código B, ou seja, o código A é o *parent concept* do código B; 3) o código A é *subsumed-by* o código B, logo o código A é o *child concept* do código B; 4) os códigos A e B podem ser *not-subsumed*, ou seja, não estabelecem uma relação hierárquica.

Por último, no que tange ao recurso CM, foi implementada a seguinte operação:

- `$translate`: Traduz um código de um VS para outro, com base nos recursos VS e CM existentes, bem como no conhecimento adicional disponível no servidor. Para tal, deve ser fornecido um parâmetro que identifique o código a ser traduzido. Posteriormente, retorna um conjunto de parâmetros, incluindo a indicação se há uma correspondência admissível e uma lista de possíveis correspondências (ver Figura E-6 do Apêndice E).

Assim, a prova de conceito consistiu na implementação das operações HL7 FHIR descritas na Tabela 3.3, para os recursos supramencionados.

Tabela 3.3 – Funcionalidades e operações HL7 FHIR disponíveis na prova de conceito para cada recurso (● funcionalidade disponível, ○ funcionalidade indisponível).

Funcionalidade	Operação	CS	VS	CM
<i>Read</i>	<code>\$lookup</code>	●	○	○
<i>List all</i>	<code>\$expand</code>	○	●	○
<i>Validate</i>	<code>\$validate-code</code>	●	●	○
	<code>\$subsumes</code>	●	○	○
	<code>\$translate</code>	○	○	●

Posto isto, ao fim do terceiro ciclo, a prova de conceito compreende 75% de execução das operações relevantes, propostas inicialmente nas Tabelas 2.3, 2.4 e 2.5. Uma vez completa esta etapa, foi possível fazer a primeira entrega de valor à equipa, para que a mesma pudesse avaliar e testar a solução preliminar. A fase de testes serviu então para provar os conceitos teóricos apresentados.

Assim, foi possível obter uma prova de conceito, tendo por base o levantamento de requisitos realizado, concluir toda a especificação do ST, desenhar a interface gráfica e conceber as principais operações a aplicar aos recursos HL7 FHIR, cumprindo assim com o objetivo proposto inicialmente. Deste modo, demonstrou-se que se trata de uma ideia passível de se concretizar, apesar de ainda ser uma versão-teste, com o mínimo viável, quando comparada com a solução final que a Glintt pretende comercializar, pelo que serão necessárias futuras iterações de desenvolvimento.

4. Conclusões gerais

No setor da saúde, os sistemas de informação têm vindo a tornar-se cada vez mais complexos, pelo que tem sido cada vez mais difícil fazer uma correta gestão dos mesmos face ao grande volume, heterogeneidade e complexidade dos dados criados. Apesar de a digitalização nesta área ter, por si só, possibilitado a otimização da qualidade de prestação de cuidados de saúde, há uma reduzida, ou até uma nula, integração entre os sistemas de saúde. Posto isto, existe ainda um grande desafio que reside no facto de os dados serem armazenados em várias estruturas independentes, segundo terminologias diferentes e próprias de cada instituição de saúde. O elevado número de MCDT executados descreve esta problemática, em particular as análises clínicas, que na última década correspondem ao maior encargo financeiro do SNS com o setor convencionado.

Assim, exalta-se a necessidade de existir interoperabilidade na saúde, sendo um primeiro passo a adoção de terminologias clínicas padronizadas e a utilização de padrões de comunicação para troca de informações. Existe, todavia, ainda alguma relutância quanto a esta adoção, pois, por vezes, o custo de migração para uma terminologia clínica padronizada pode ser muito alto em comparação com o valor experienciado no imediato. No entanto, para além de garantir que os dados de um paciente possam ser acedidos de diferentes locais, a longo prazo traduz-se em grandes benefícios ao possibilitar a obtenção de métricas relevantes para o negócio e a utilização de sistemas inteligentes de suporte à prática clínica.

Como tal, a interoperabilidade pode resultar numa maior economia de tempo e de dinheiro, tanto para o paciente como para a própria unidade de saúde, bem como pode contribuir para uma maior eficiência dos processos clínicos e uma maior qualidade na prestação de cuidados de saúde. A este propósito, surge a necessidade de criar um sistema capaz de satisfazer as necessidades de interoperabilidade semântica, sob a forma de um ST clínicas baseado em HL7 FHIR, um padrão de comunicação e modelação de dados, utilizado para a troca de informação entre diferentes SIS. O ST é capaz de estabelecer o mapeamento entre diferentes terminologias e uma associação entre estas últimas, de forma a que a sua interpretação possa ser clara e objetiva para todas as partes.

Para tal, adotou-se a metodologia de investigação *Action-Research*, composta no total por três ciclos iterativos. O primeiro ciclo consistiu numa intensiva revisão bibliográfica, com análise da concorrência, levantamento dos requisitos funcionais e não funcionais e posterior elaboração de casos de uso, de forma a compreender o problema e a delinear o plano estratégico. A complexidade dos ST, divididos em variados módulos, aliada ao facto de alguns deles não

disponibilizarem uma plataforma gratuita ou um *trial use*, dificultou o presente estudo, dado que o acesso aos mesmos era limitado. Adicionalmente, os servidores existentes apresentam funcionalidades bastante diferentes, o que dificulta a sua comparação, para além do facto de haver falta de documentação, o que resultou numa difícil análise dos requisitos. Ainda assim, o levantamento dos mesmos foi bem-sucedido, reunindo todas as funcionalidades reconhecidas como essenciais, de forma a que a solução proposta se distinguisse das restantes existentes no mercado, dado que atualmente não existe uma solução ideal que satisfaça todas as necessidades prementes.

O segundo ciclo compreendeu o *design* do ST, que consistiu na elaboração de *mockups* e na conceptualização da sua interface visual, sob a forma de aplicação *web*, com foco na usabilidade e experiência do utilizador. Ademais, elaborou-se um *user assistance*, de fácil compreensão, de modo a que o utilizador pudesse aceder rapidamente e de forma intuitiva à informação pretendida. Uma das principais dificuldades sentidas prendeu-se com o facto de ser a primeira vez a trabalhar com um editor gráfico, pelo que houve necessariamente uma fase intensiva de estudo do programa. Além disso, como foi necessário partir de uma base já existente, visto que o ST estará incluído no *BackOffice* do VIEWER, foi necessário seguir o padrão visual do mesmo, assim como aprender e respeitar regras pré-definidas, o que limitou bastante a elaboração da interface visual do servidor.

A terceira e última fase incluiu a elaboração de uma prova de conceito, em colaboração com um colega que também se encontrava a realizar estágio na Glintt, com base no levantamento que havia sido feito no decorrer do primeiro ciclo. Posto isto, desenvolveram-se as principais operações aos recursos HL7 FHIR, dado que se trata da funcionalidade *core* do ST. Dada a limitação de tempo, assim como de recursos, a prova de conceito ficou aquém do que fora idealizado inicialmente, dado que apenas se conseguiu elaborar parte das operações propostas. Não obstante, a prova de conceito foi bem-sucedida, pois provou-se a relevância da solução proposta, com potencial de ser implementada.

Em suma, pode-se afirmar que os objetivos propostos inicialmente foram cumpridos, visto que se conseguiu elaborar, de forma eficaz, a conceptualização do ST, mais concretamente, o levantamento de todos os requisitos necessários, quer funcionais quer não funcionais, a proposta de *design* da interface gráfica do mesmo, assim como o desenvolvimento da maioria das operações propostas inicialmente. Face às restrições de tempo, assim como a condicionalismos resultantes do contexto pandémico, os resultados obtidos conseguiram revelar-se, ainda assim, bastante positivos. Torna-se assim evidente o valor de um ST como ferramenta de interoperabilidade semântica no setor de saúde, na medida em que pode

introduzir melhorias significativas, nomeadamente ajudar a reduzir custos ao mitigar a problemática da duplicação desnecessária de exames, assim como permitir uma monitorização mais eficaz dos pacientes e uma otimização da qualidade da informação.

5. Trabalho Futuro

Após o desenvolvimento da prova de conceito, existem naturalmente futuras iterações a ser realizadas e exploradas, de modo a que se consiga fazer a implementação completa da solução e posterior comercialização da mesma pela Glintt. Destaca-se, portanto, a necessidade de criar as restantes operações dos recursos HL7 FHIR, bem como desenvolver todas as funcionalidades debatidas no decurso do presente trabalho, mais concretamente, os restantes requisitos, tanto funcionais como não funcionais, que não foram desenvolvidos até ao momento. Assim sendo, é necessário criar os módulos do *Search*, *Create* e *Browse*, tal como exemplificado, integrados no *BackOffice* do VIEWER. Além disso, é necessário conceber toda a arquitetura do ST, de forma a que exista um servidor principal e as diversas réplicas alocadas a cada cliente possam ser comercializadas individualmente, segundo o mecanismo de sindicção.

O passo seguinte recairá sobre a realização de testes de performance e avaliação da solução por um pequeno grupo de clientes, com implementação da solução num ambiente real do mercado, de forma a obter *feedback* acerca do seu funcionamento, detetar possíveis *bugs*, bem como problemas de interface do utilizador e perceber quais as variáveis que têm influência no mesmo.

Uma questão interessante a ser explorada no futuro seria um sistema de apoio à tomada de decisão clínica, de modo a ajudar os profissionais de saúde nessa tarefa e, por conseguinte, melhorar o atendimento do utente. Com esta junção, seria possível consultar os EHRs, reconhecer padrões e riscos de doenças em pacientes, fazer *clusters* de pacientes que têm as mesmas características e criar alertas para identificar possíveis contraindicações de medicamentos, conforme determinada doença. Todavia, é necessária investigação adicional.

Outra possível consideração para o futuro está relacionada com o automapeamento, isto é, explorar abordagens mais sofisticadas para produzir mapeamentos entre códigos de forma automática, auxiliado pela supervisão humana para melhores resultados. Neste contexto, seria expectável que com esta funcionalidade, o ST, a partir de mapeamentos já existentes, tentasse perceber uma relação entre os termos, para que fosse capaz de mapear parâmetros, baseando-se no seu nome e tipo.

Apêndices

Apêndice A. MCDT realizados em Entidades Convencionadas em Portugal entre 2014 e 2022.

Tabela A-1 – Total de requisições aviadas (A) e de encargos do SNS com o setor convencionado em euros (B), nas diferentes áreas de MCDT em Portugal, no período compreendido entre 2014 e 2022 (adaptado de SNS (2022a)).

Área MCDT	Período					
	2014		2015		2016	
	A	B	A	B	A	B
Análises Clínicas	11 028 476	138 989 118,26	12 393 113	157 182 467,58	12 073 198	153 562 923,57
Anatomia Patológica	510 614	3 350 411,16	495 552	3 532 078,69	458 963	4 099 066,22
Cardiologia	1 228 406	18 787 111,02	1 320 414	20 375 045,11	1 288 898	21 050 867,69
Eletroencefalografia	11 087	255 646,94	10 347	238 611,43	9 692	225 817,59
Endoscopia Gastroenterológica	289 523	20 127 827,72	376 356	32 970 450,76	425 000	39 307 750,08
Especialidades Médico-Cirúrgicas	39 466	180 559	41 822	182 597,75	41 593	189 228,05
Medicina Física e de Reabilitação	542 087	62 169 050,20	595 859	67 979 695,17	642 329	74 144 290,08
Medicina Nuclear	17 682	3 743 918,38	17 850	4 006 997,79	18 201	4 307 627,02
Neurofisiologia	9 360	126 661,07	4 700	101 723,78	8 188	156 637,05
Otorrinolaringologia	17 567	132 650,45	17 171	129 750,12	18 325	135 267,36
Pneumologia e Imunoalergologia	40 901	1 510 873,03	47 642	1 776 203,95	49 183	1 853 378,59
Psicologia	89	513,78	76	458,62	60	347,46
Radiologia	4 476 947	85 070 045,33	4 903 173	94 612 986,57	4 821 871	94 680 413,93
Urologia	–	–	–	–	16	253
Total por ano e área de MCDT	18 212 205	334 444 386,34	20 224 075	383 089 067,32	19 855 517	393 713 867,69

Tabela A-1 – (continuação).

Área MCDT	Período					
	2017		2018		2019	
	A	B	A	B	A	B
Análises Clínicas	12 148 104	155 320 972,83	12 282 451	163 839 066,69	11 017 249	168 608 812,77
Anatomia Patológica	398 634	3 552 721,20	400 147	4 311 612,33	406 249	5 202 260,13
Cardiologia	1 258 829	21 428 339,85	1 297 805	23 131 289,72	1 389 456	24 494 986,60
Eletroencefalografia	8 896	206 346,13	8 149	192 595,72	9 425	211 670,58
Endoscopia Gastroenterológica	449 585	42 807 991,31	486 749	47 398 485,10	512 072	48 734 049,30
Especialidades Médico-Cirúrgicas	42 142	197 395,90	22 912	119 482,50	18 953	91 393
Medicina Física e de Reabilitação	682 052	78 024 684,33	751 329	87 065 414,02	818 618	93 285 185,50
Medicina Nuclear	17 582	3 367 607,80	17 839	3 144 593,84	22 009	3 684 028,44
Neurofisiologia	12 703	228 609,77	17 044	281 589,25	24 066	332 830,16
Otorrinolaringologia	16 739	123 257,48	17 792	143 311,65	20 110	148 679,36
Pneumologia e Imunoalergologia	48 954	1 857 092,33	52 598	2 044 935,95	57 016	2 216 359,13
Psicologia	132	1 383,68	84	415,08	36	200,14
Radiologia	4 824 185	94 941 573,17	4 781 256	99 911 815,57	4 808 534	103 208 943,98
Urologia	65	1 543,01	60	1 221,57	56	1 227,61
Total por ano e área de MCDT	19 908 602	402 059 518,79	20 136 215	431 585 828,99	19 103 849	450 220 626,70

Tabela A-1 – (continuação).

Área MCDT	Período					
	2020		2021		2022	
	A	B	A	B	A	B
Análises Clínicas	9 065 662	238 554 641,90	12 918 877	375 105 354,60	6 650 107	193 872 147,18
Anatomia Patológica	237 708	3 559 118,90	374 645	7 725 307,68	159 837	3 572 632,22
Cardiologia	970 572	17 763 453,91	1 411 823	29 260 159,44	627 945	13 133 577,85
Eletroencefalografia	4 684	107 377,77	5 346	146 075,73	1 791	50 720,47
Endoscopia Gastroenterológica	353 671	33 943 824,12	512 327	54 783 102,18	220 112	23 950 132,90
Especialidades Médico-Cirúrgicas	15 533	75 778,25	16 308	110 852,75	4 499	34 043,25
Medicina Física e de Reabilitação	580 696	64 490 056,29	806 710	112 800 635,68	358 536	51 927 511,24
Medicina Nuclear	15 137	2 577 251,04	21 912	4 229 544,36	10 470	2 091 275,59
Neurofisiologia	20 105	261 000,46	14 185	287 562,38	5 354	112 966,20
Otorrinolaringologia	9 947	79 266,52	14 831	147 936	6 460	66 384,09
Pneumologia e Imunoalergologia	30 944	1 265 191,54	55 897	2 805 991,24	25 148	1 227 514,57
Psicologia	16	88,90	45	203,24	51	227,54
Radiologia	3 392 281	77 264 613,11	4 542 064	123 396 297,21	1 899 785	51 511 674,59
Urologia	46	957,65	129	2 670,63	37	1 251,76
Total por ano e área de MCDT	14 697 002	439 942 620,36	20 695 099	710 801 693,12	9 970 132	341 552 059,45

Apêndice B. Modelo de maturidade HL7 FHIR.

Tabela B-1 – Níveis do Modelo de Maturidade HL7 FHIR (Benson & Grieve, 2021, p. 100; HL7 FHIR, 2022e).

Nível de FMM	Critério
0 (<i>Draft</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Artefacto foi publicado na compilação atual.
1	<ul style="list-style-type: none"> • Respeita os critérios do nível 0 do FMM; • Artefacto publicado e sem emissão de avisos durante o processo de construção; • O grupo de trabalho responsável considerou o artefacto substancialmente completo e pronto para implementação.
2	<ul style="list-style-type: none"> • Respeita os critérios do nível 1 do FMM; • Artefacto testado e suporta, com êxito, a interoperabilidade entre pelo menos três sistemas desenvolvidos de forma independente, num <i>Connectathon</i>, cujos resultados foram comunicados ao Grupo de Gestão HL7 FHIR.
3	<ul style="list-style-type: none"> • Respeita os critérios do nível 2 do FMM; • Artefacto verificado pelo grupo de trabalho e cumpre as Diretrizes de Qualidade de Recursos de Conformidade, definidas pelo HL7®; • Após uma votação, obteve pelo menos 10 observações de implementadores de três organizações distintas, resultando em pelo menos uma alteração substancial.
4	<ul style="list-style-type: none"> • Respeita os critérios do nível 3 do FMM; • Artefacto testado para todos os fins previstos, divulgado numa publicação formal e implementado em múltiplos projetos de protótipo; • O grupo de trabalho responsável concorda que o artefacto é suficientemente estável para exigir a consulta do implementador para alterações subsequentes não compatíveis com versões anteriores.
5	<ul style="list-style-type: none"> • Respeita os critérios do nível 4 do FMM; • Artefacto publicado em dois ciclos de publicação formal e implementado em pelo menos cinco sistemas de produção independentes que operam em mais de um país.
<i>Normative</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Artefacto é considerado estável.

Apêndice C. Design do servidor de terminologias.

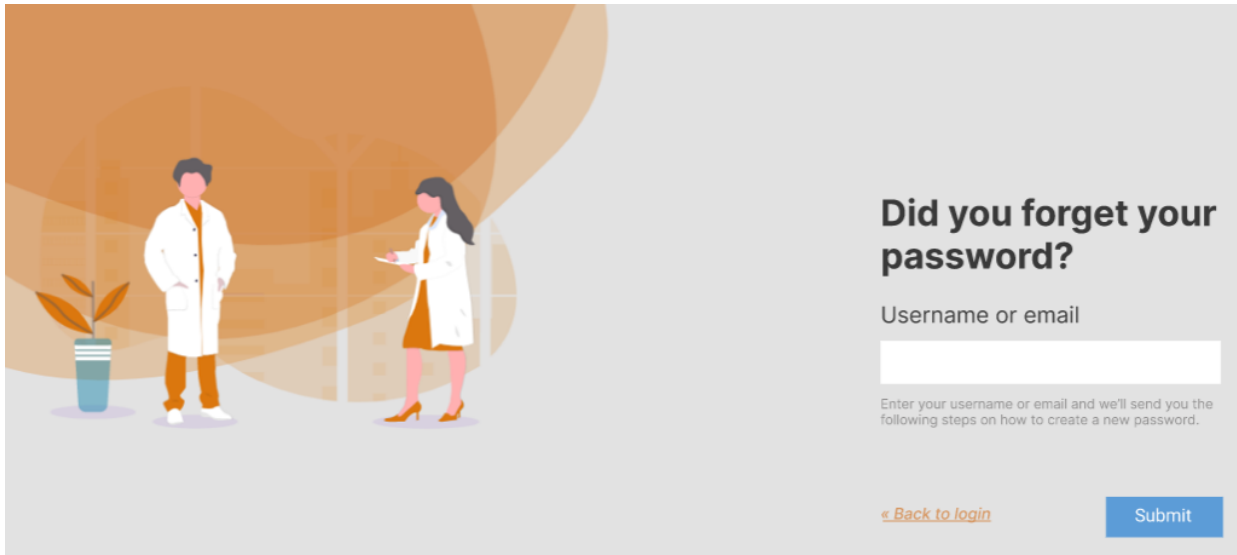


Figura C-1 – Página na qual o utilizador já registado poderá recuperar a sua *password*, no caso de se esquecer da mesma.

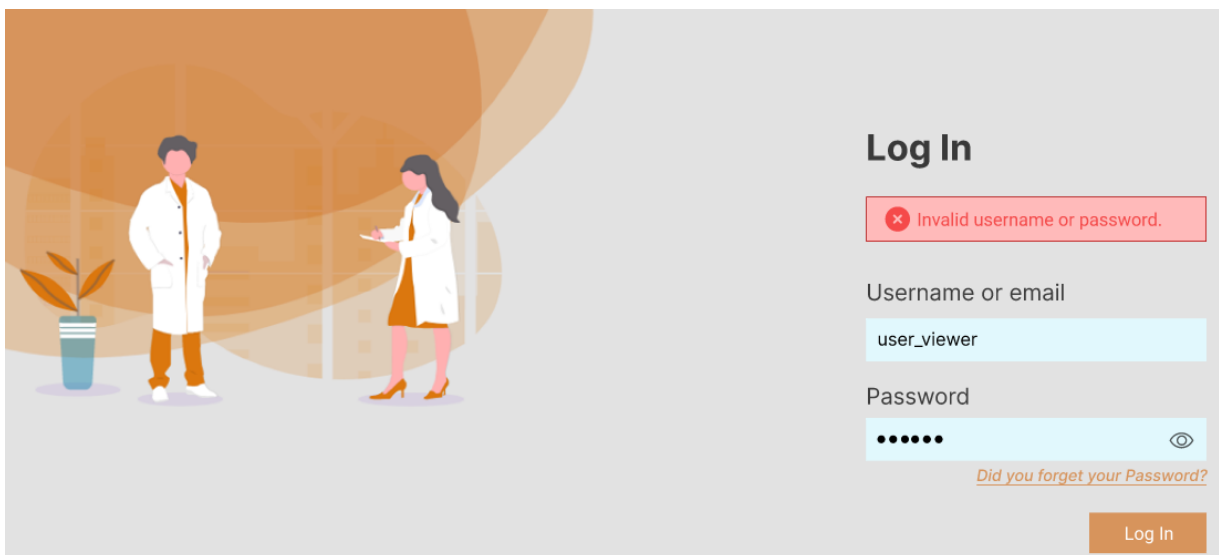


Figura C-2 – Página que aparecerá ao utilizador no caso de inserir incorretamente a sua *password*.

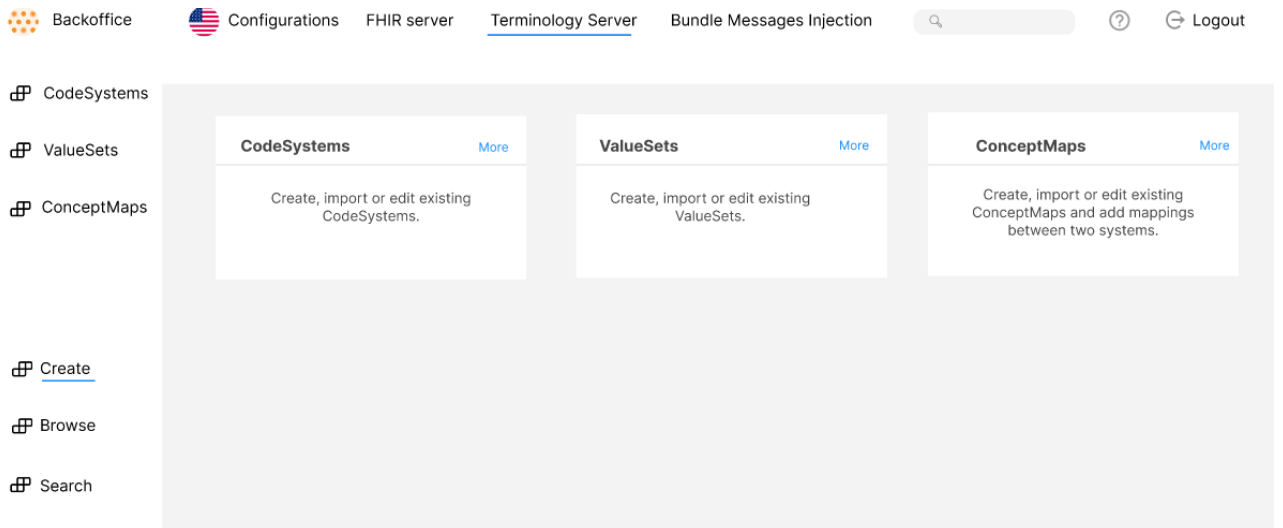


Figura C-3 – Painel relativo à ação de criar objetos HL7 FHIR no separador do ST.

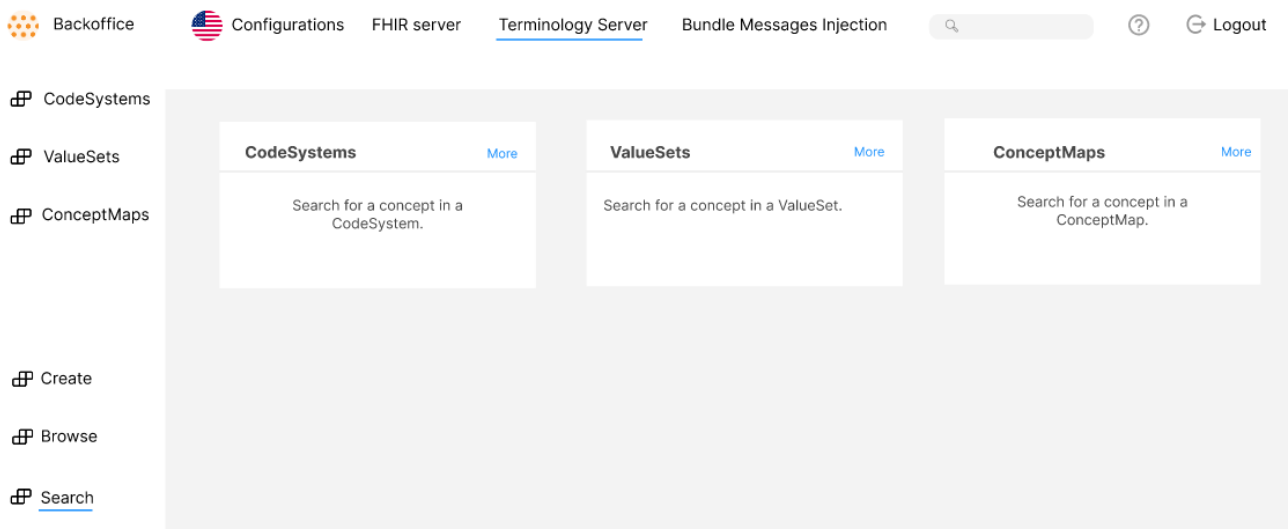


Figura C-4 – Painel relativo à ação de pesquisar conceitos em objetos HL7 FHIR no separador do ST.

- [CodeSystems](#)
- [ValueSets](#)
- [ConceptMaps](#)
- [Create](#)
- [Browse](#)
- [Search](#)

Create

Enables the user to create, import or edit existing objects.

ValueSet ConceptMap CodeSystem

Define Codes

Title

Name

Code System URI

Version

Value Set URI

Case sensitive True False

Version needed True False

Hierarchy Meaning Grouped by Other

Content Complete Partial

+ Property Property code URI Description

+ Filter Filter no operators Value Description

+ Add new row **- Delete selected rows** **Import codes from file (csv/tsv)** **Toggle Filters**

<input type="checkbox"/>	Code	Display	Definition	Properties
<input checked="" type="checkbox"/>				edit
<input checked="" type="checkbox"/>				edit
<input checked="" type="checkbox"/>				edit

Additional Metadata

Language

Code System URI

+ Identifier Identifier value Identifier system

Profile (s) Minimal ValueSet Shareable ValueSet

Status Draft Experimental True

Date Time : :

Publisher

+ Contact Name System Email Details

Description

Copyright

+ Tag Tag Code Tag System

+ Security Security Code Security System

Narrative

<div xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml"><h2>Untitled Code System 2</h2><tt></tt><p></p></div>

Upload to FHIR server

Figura C-5 – Painel relativo à ação de criar um CS no separador do ST.

- [CodeSystems](#)
- [ValueSets](#)
- [ConceptMaps](#)

- [Create](#)
- [Browse](#)
- [Search](#)

Create

Enables the user to create, import or edit existing objects.

[ValueSet](#)
[ConceptMap](#)
[CodeSystem](#)

Map Terms

Title

Name

Concept Map URI

Version

Source ValueSet

Target ValueSet

Source CodeSystem

Source CodeSystem Version

Target CodeSystem

Target CodeSystem Version

<input checked="" type="checkbox"/>	Source	Source Label	Target	Target Label	Relationship	Comment
<input checked="" type="checkbox"/>					inexact <input type="button" value="v"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>					inexact <input type="button" value="v"/>	
<input checked="" type="checkbox"/>					inexact <input type="button" value="v"/>	

Additional Metadata

Language

Concept Map URI

Identifier Identifier system

Profile (s) Minimal ValueSet Shareable ValueSet

Status

Date Time

Publisher

Contact Name System Email Details

Description

Purpose

Copyright

Tag Tag Code Tag System

Security Security Code Security System

Narrative

Upload to FHIR server

Figura C-6 – Painel relativo à ação de criar um CM no separador do ST.

- CodeSystems
- ValueSets
- ConceptMaps
- Create**
- Browse
- Search

Create

Enables the user to create, import or edit existing objects.

ValueSet | ConceptMap | CodeSystem

Defined Contents

Title ◀ A short and descriptive title for the value set. ⓘ

Name ◀ A name to identify the value set. This name should be usable as an identifier for the module by machine processing applications such as code generation. ⓘ

Value set URI

Version ◀ The identifier that is used to identify this version of the value set when it is referenced in a specification, model, design or instance. This is an arbitrary value managed by the value set author and is not expected to be globally unique. For example, it might be a timestamp if a managed version is not available. There is also no expectation that versions can be placed in a lexicographical sequence. ⓘ

Include Codes Include Filter Exclude codes

Code System ◀ An absolute URI which is the code system from which the selected codes come from. ⓘ

Code System version ◀ Specific version of the code system referred to. ⓘ

Value Sets ◀ Select only contents excluded in this valueset. ⓘ

▼ A property/filter defined by the code system. ⓘ

Property	Operations	Value
<input type="checkbox"/> Select all. ⓘ	=	◀ Code from the system, or regex criteria or boolean value for exists. ⓘ
<input type="checkbox"/>	=	
<input type="checkbox"/>	=	

=
is-a
descendent-of
is-not-a
regex
in
not in

Additional Metadata

Language ◀ The base language in which the resource is written. ⓘ

Value set URI ◀ An absolute URI that is used to identify this value set when it is referenced in a specification, model, design or an instance; also called its canonical identifier. This should be unique and be a literal address at which an authoritative instance of this value set is (or will be) published. This URL can be the target of a canonical reference. ⓘ

Identifier Identifier Identifier system

Profile (s) Minimal ValueSet Shareable ValueSet

Status Experimental True False ◀ A boolean value to indicate that this value set is authored for testing purposes (or education/evaluation/marketing) and is not intended to be used for genuine usage. ⓘ

Date Time ◀ Date of when the valueset was created or revised. ⓘ

Publisher

Contact

SUN	MON	TUE	WED	THU	FRI	SAT
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

System Details

- Phone
- Fax
- Email
- Pager
- URL
- SMS
- Other

Supplement Code System Code System version

Tag Tag Code ◀ The code part of the tag. ⓘ Tag System

Security Security Code ◀ The code part of the security label. ⓘ Security System ◀ Establishes the namespace for the security label - that is, the URL of the CodeSystem from which the labels are selected. ⓘ

Narrative

◀ A human-readable summary of the resource conveying the essential clinical and business information for the resource. ⓘ

Upload to FHIR server ◀ Validate the Value Set on your terminology server. ⓘ

Validate Value Set ◀ Upload the Value Set to your terminology server (update an existing instance). ⓘ

▲ Download JSON representation of the ValueSet (may open new tab and require Save As). ⓘ

Figura C-7 – Painel relativo à ação de criar um VS no separador do ST, com exemplos das opções selecionáveis disponíveis, assim como do *user assistance*.

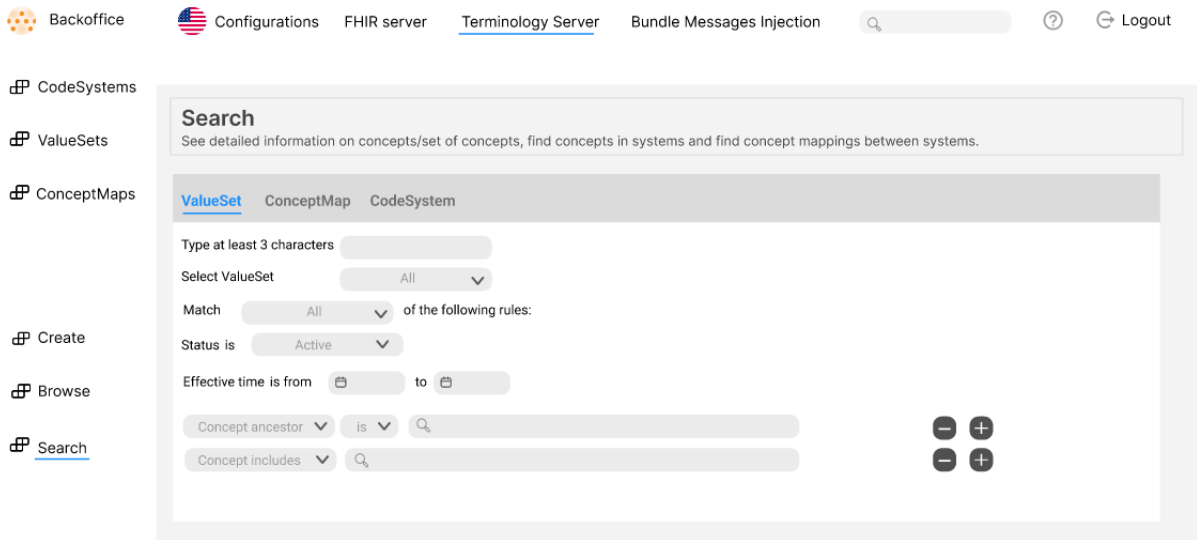


Figura C-8 – Painel relativo à ação de pesquisa de um conceito num VS no separador do ST.

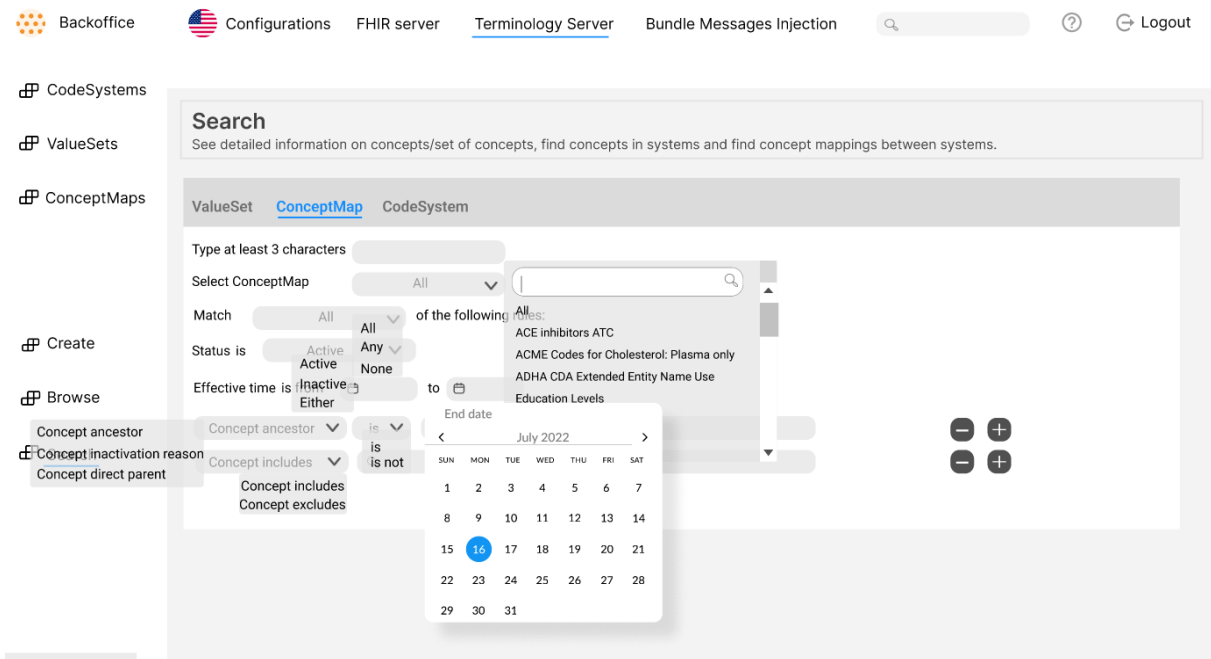


Figura C-9 – Painel relativo à ação de pesquisa de um conceito num CM no separador do ST, com exemplos das opções selecionáveis disponíveis.

- [CodeSystems](#)
- [ValueSets](#)
- [ConceptMaps](#)

- [Create](#)
- [Browse](#)
- [Search](#)

Search

See detailed information on concepts/set of concepts, find concepts in systems and find concept mappings between systems.

ValueSet ConceptMap CodeSystem

Type at least 3 characters 23 results in 0.34 seconds

Select CodeSystem ▼

Match ▼ of the following rules:

Status is ▼

Effective time is from to

Concept ancestor is - +

Concept includes - +

Fully Specified Name	Status	Module
Human immunodeficiency virus seropositivity (disorder)	Inactive	SNOMED CT core
Human immunodeficiency virus (HIV) contact (finding)	Inactive	SNOMED CT core
Human immunodeficiency virus seroconversion exanthem (disorder)	Inactive	SNOMED CT core
Human immunodeficiency virus antibody/antigen, Duo (procedure)	Inactive	SNOMED CT core
Human immunodeficiency virus disease resulting in candidiasis (disorder)	Inactive	SNOMED CT core
Human immunodeficiency virus-1 (HIV-1) and human immunodeficiency virus-2 (HIV-2) antibody, single assay (procedure)	Inactive	SNOMED CT core
Oraquick Rapid HIV-1 antibody test (procedure)	Inactive	SNOMED CT core
Human immunodeficiency virus disease resulting in lymphoid interstitial pneumonitis (disorder)	Inactive	SNOMED CT core
Antenatal human immunodeficiency virus blood screening test not offered (finding)	Inactive	SNOMED CT core
Human immunodeficiency virus disease resulting in multiple malignant neoplasms (disorder)	Inactive	SNOMED CT core
Human immunodeficiency virus disease resulting in cytomegaloviral disease (disorder)	Inactive	SNOMED CT core
Human immunodeficiency virus disease resulting in mycobacterial infection (disorder)	Inactive	SNOMED CT core
Human immunodeficiency virus disease resulting in multiple infections (disorder)	Inactive	SNOMED CT core
Human immunodeficiency virus (HIV) 1 p41 antibody assay (procedure)	Inactive	SNOMED CT core
Human immunodeficiency virus disease resulting in Burkitt's lymphoma (disorder)	Inactive	SNOMED CT core
Human immunodeficiency virus infection with infection caused by another virus (disorder)	Inactive	SNOMED CT core
HIV disease resulting in Pneumocystis carinii pneumonia (disorder)	Inactive	SNOMED CT core
HIV disease resulting in Kaposi's sarcoma (disorder)	Inactive	SNOMED CT core
Human immunodeficiency virus-related gut disease - cause unknown (disorder)	Inactive	SNOMED CT core
[V]Family history of human immunodeficiency virus disease (situation)	Inactive	SNOMED CT United Kingdom clinical extension module
[D]Laboratory evidence of human immunodeficiency virus [HIV] (situation)	Inactive	SNOMED CT core
[V]Family history of human immunodeficiency virus [HIV] disease (situation)	Inactive	SNOMED CT core
[D]Laboratory evidence of human immunodeficiency virus [HIV] (situation)	Inactive	SNOMED CT United Kingdom clinical extension module

< 1 >

Figura C-10 – Painel relativo à pesquisa de um conceito inativo no SNOMED CT no separador do ST.

Backoffice Configurations FHIR server Terminology Server Bundle Messages Injection ? Logout

CodeSystems ValueSets ConceptMaps

Create Browse Search

Browse

See detailed information on concepts/set of concepts, find concepts in systems and find concept mappings between systems.

OVERVIEW

> HIV seropositivity

HIV seropositivity

Concept ID	402916007
CodeSystem	SNOMED CT
Effective time	2015-07-30
Status	Inactive
Inactivity status	Erroneous
Replaced by	HIV positive
Fully specified name	Human immunodeficiency virus seropositivity (disorder)
Synonym	HIV seropositivity
Synonym	Human immunodeficiency virus (HIV) seropositivity
Synonym	Human immunodeficiency virus seropositivity

Properties (3 inactive)

Diagram

SNOMED CT CTV3 simple map

History (inactive)

Figura C-11 – Informação detalhada do conceito inativo pesquisado, nomeadamente, *HIV seropositivity*.

Backoffice Configurations FHIR server Terminology Server Bundle Messages Injection ? Logout

CodeSystems ValueSets ConceptMaps

Create Browse Search

Browse

See detailed information on concepts/set of concepts, find concepts in systems and find concept mappings between systems.

Type to filter concepts

ValueSets ConceptMap CodeSystem

ACE inhibitors ATC	View
ACME Codes for Cholesterol: Plasma only	View
ADHA CDA Extended Entity Name Use	View
Education Levels	View
EffectEstimate Type	View
EnableWhenBehaviour	View

Figura C-12 – Painel do *Browse* relativo à pesquisa dos CM a que um determinado conceito pertence no separador do ST.

Backoffice Configurations FHIR server Terminology Server Bundle Messages Injection ? Logout

CodeSystems ValueSets ConceptMaps

ValueSets ConceptMap CodeSystem

Type to filter concepts heart

ATC	View
ICD-9CM	View
ICD-10	View
ICPC-2	View
LOINC	View
RxNorm	View
SNOMED CT	View

Create Browse Search

Figura C-13 – Painel do *Browse* relativo à pesquisa dos CS a que um determinado conceito pertence no separador do ST.

Apêndice D. Elaboração de um *CodeSystem* para testar.

```
{
  "resourceType": "CodeSystem",
  "id": "teste",
  "meta": {
    "versionId": "6",
    "lastUpdated": "2022-05-03T22:12:16.350+00:00",
    "source": "#8SrY0nHMvDxFNVnf",
    "security": [
      {
        "system": "https://trifolia-fhir.lantanagroup.com/security",
        "code": "user^EysaaA3t^read"
      },
      {
        "system": "https://trifolia-fhir.lantanagroup.com/security",
        "code": "user^EysaaA3t^write"
      }
    ]
  },
  "url": "https://testeLOINC",
  "name": "codeSystemTeste",
  "title": "CodeSystemTeste",
  "status": "draft",
  "experimental": true,
  "hierarchyMeaning": "is-a",
  "content": "example",
  "property": [
    {
      "code": "inactive",
      "uri": "http://snomed.info/field/Concept.active",
      "type": "boolean"
    },
    {
      "code": "parent",
      "description": "A concept id that has the target of a direct is-a relationship from the concept",
      "type": "code"
    },
    {
      "code": "child",
      "description": "A concept id that has a direct is-a relationship to the concept",
      "type": "code"
    },
    {
      "code": "isBiochemistry",
      "type": "boolean"
    },
    {
      "code": "isMicrobiology",
      "type": "boolean"
    }
  ],
  "concept": [
    {
      "code": "89044-2",
      "display": "Basic metabolic and albumin panel - Serum or Plasma",
      "property": [
```

```

    {
      "code": "child",
      "valueCode": "1751-7"
    },
    {
      "code": "isBiochemistry",
      "valueBoolean": true
    },
    {
      "code": "inactive",
      "valueBoolean": false
    }
  ],
  "concept": [
    {
      "code": "1751-7",
      "display": "Albumina, soro ou plasma",
      "designation": [
        {
          "language": "PT",
          "value": "Albumina, soro ou plasma"
        },
        {
          "language": "EN",
          "value": "Albumin, serum or plasm"
        }
      ],
      "property": [
        {
          "code": "parent",
          "valueCode": "89044-2"
        },
        {
          "code": "isBiochemistry",
          "valueBoolean": true
        },
        {
          "code": "inactive",
          "valueBoolean": false
        }
      ]
    }
  ]
},
{
  "code": "87935-3",
  "display": "Hemocultura - em anaerobiose, identificação",
  "property": [
    {
      "code": "child",
      "valueCode": "17934-1"
    },
    {
      "code": "child",
      "valueCode": "17935-8"
    },
    {
      "code": "isMicrobiology",
      "valueBoolean": true
    }
  ]
}

```

```

    },
    {
      "code": "inactive",
      "valueBoolean": false
    }
  ],
  "concept": [
    {
      "code": "17934-1",
      "display": "Hemocultura em anaerobiose (1ª)",
      "property": [
        {
          "code": "parent",
          "valueCode": "87935-3"
        },
        {
          "code": "isMicrobiology",
          "valueBoolean": true
        },
        {
          "code": "inactive",
          "valueBoolean": false
        }
      ]
    },
    {
      "code": "17935-8",
      "display": "Hemocultura em anaerobiose (2ª)",
      "property": [
        {
          "code": "parent",
          "valueCode": "87935-3"
        },
        {
          "code": "isMicrobiology",
          "valueBoolean": true
        },
        {
          "code": "inactive",
          "valueBoolean": false
        }
      ]
    }
  ]
},
{
  "code": "19126-2",
  "display": "Mielocultura em aerobiose",
  "property": [
    {
      "code": "child",
      "valueCode": "17928-3"
    },
    {
      "code": "child",
      "valueCode": "17929-1"
    },
    {
      "code": "child",

```

```

        "valueCode": "17930-9"
    },
    {
        "code": "isMicrobiology",
        "valueBoolean": true
    },
    {
        "code": "inactive",
        "valueBoolean": false
    }
},
"concept": [{
    "code": "17928-3",
    "display": "Hemocultura em aerobiose (1ª)",
    "property": [
        {
            "code": "parent",
            "valueCode": "19126-2"
        },
        {
            "code": "isMicrobiology",
            "valueBoolean": true
        },
        {
            "code": "inactive",
            "valueBoolean": false
        }
    ]
}],
{
    "code": "17929-1",
    "display": "Hemocultura em aerobiose (2ª)",
    "property": [
        {
            "code": "parent",
            "valueCode": "19126-2"
        },
        {
            "code": "isMicrobiology",
            "valueBoolean": true
        },
        {
            "code": "inactive",
            "valueBoolean": false
        }
    ]
}],
{
    "code": "17930-9",
    "display": "Hemocultura em aerobiose (3ª)",
    "property": [
        {
            "code": "parent",
            "valueCode": "19126-2"
        },
        {
            "code": "isMicrobiology",
            "valueBoolean": true
        }
    ]
}

```

```
    },  
    {  
      "code": "inactive",  
      "valueBoolean": false  
    }  
  ]  
}  
]
```

Apêndice E. Operações funcionais decorrentes da prova de conceito.

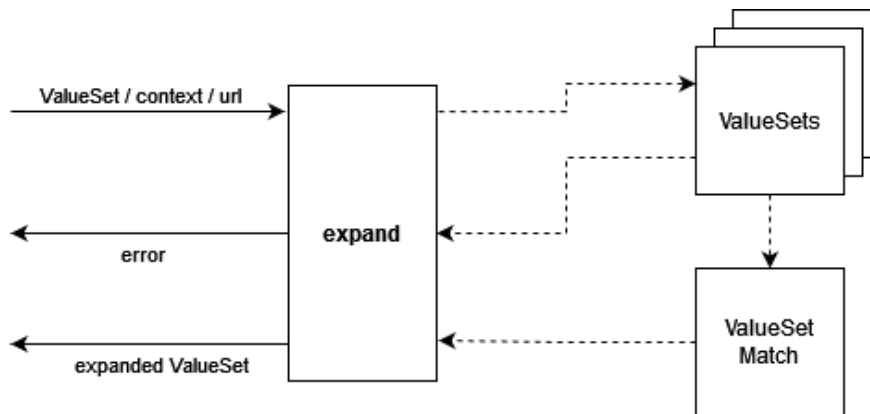


Figura E-1 – Operação \$expand do recurso VS.

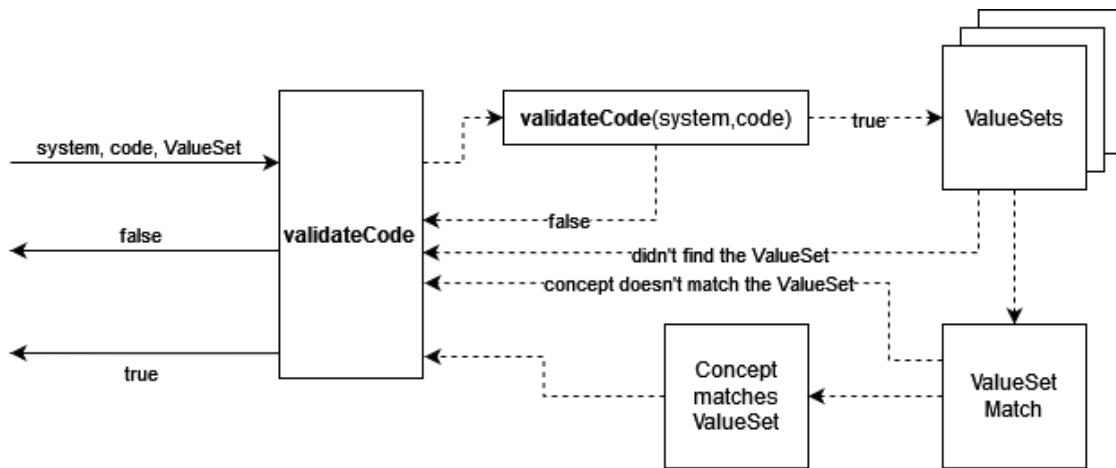


Figura E-2 – Operação \$validate-code do recurso VS.

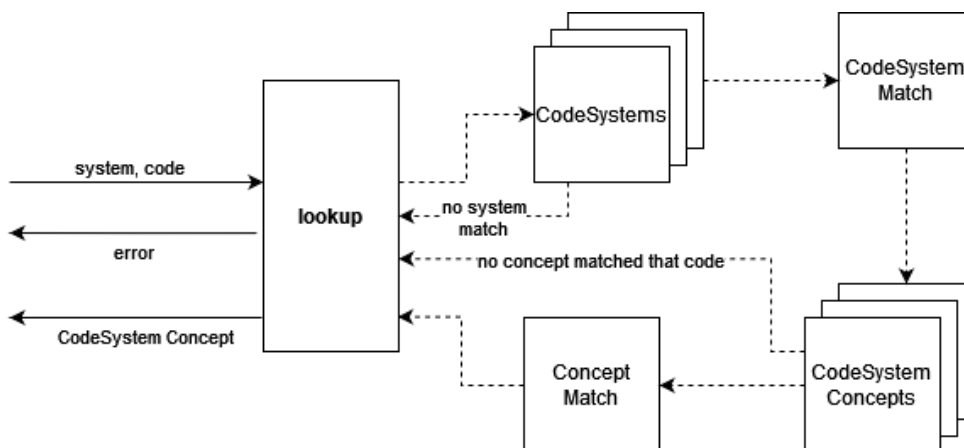


Figura E-3 – Operação \$lookup do recurso CS.

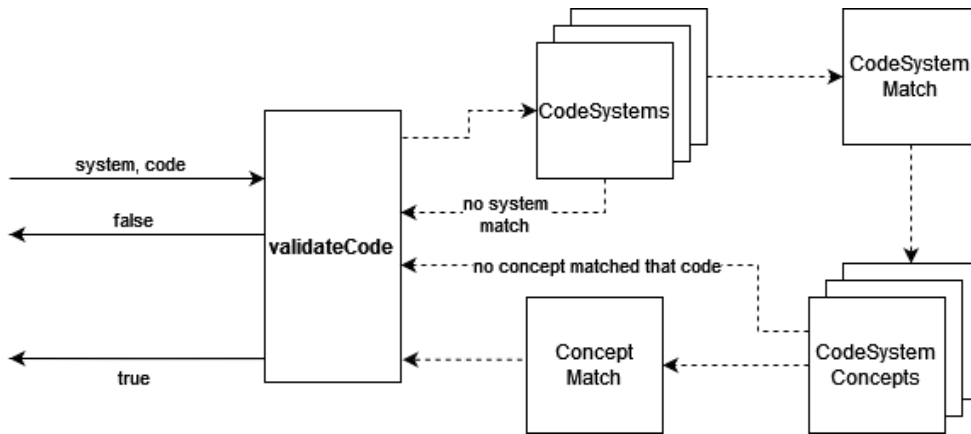


Figura E-4 – Operação \$validate-code do recurso CS.

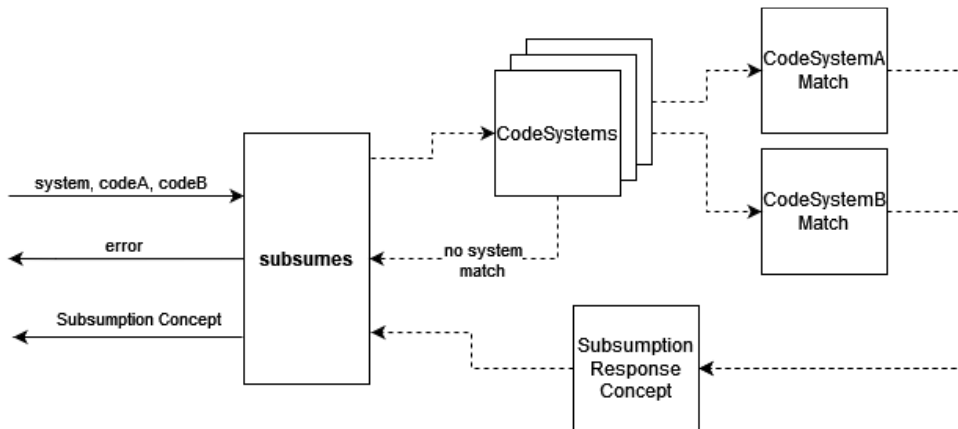


Figura E-5 – Operação \$subsumes do recurso CS.

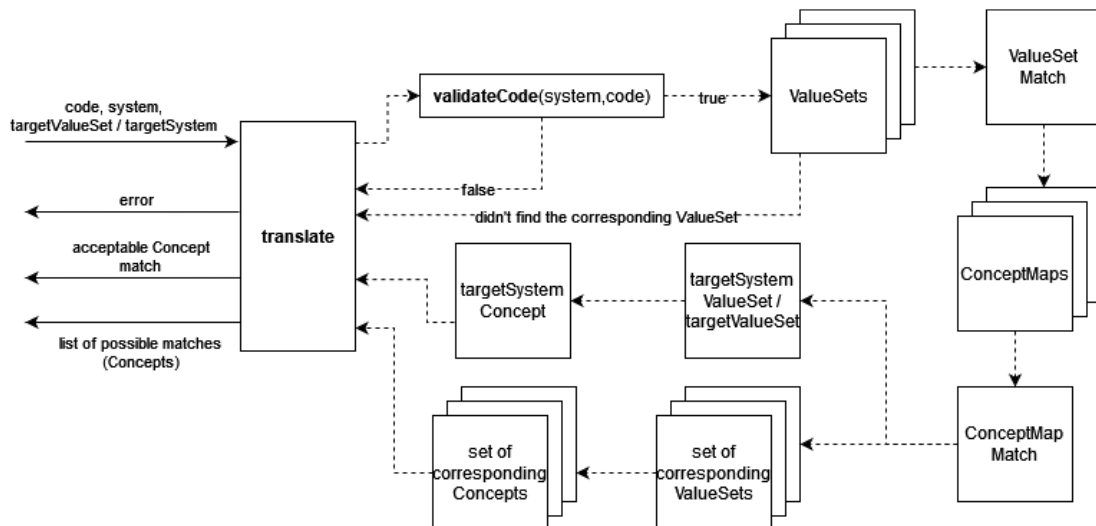


Figura E-6 – Operação \$translate do recurso CM.

Bibliografia

Antal, G., Végh, Á., & Bilicki, V. (2014). Usability of HL7 and SNOMED CT Standards in Java Persistence API Environment. In *Cross-Border Challenges in Informatics with a Focus on Disease Surveillance and Utilising Big Data*, 109-113, IOS Press.

APDSI. (2013). *Interoperabilidade na Saúde - Onde Estamos?*. Associação para a Promoção e Desenvolvimento da Sociedade da Informação. Acedido a 24 de março de 2022 <http://www.apdsi.pt/>

Ashrafi, N., Kuilboer, J., & Stull, T. (2018). Semantic Interoperability in Healthcare: Challenges and Roadblocks. In *STPIS@ CAiSE*, 119-122.

Australian Digital Health Agency. (2021). *National Clinical Terminology Service Guide for Implementers*. Australian Government. Acedido a 20 de abril de 2022 em <https://www.healthterminologies.gov.au/>

B2i Healthcare. (2022a). *Snow Owl Terminology Server*. B2i Healthcare. Acedido a 15 de março de 2022 em <https://b2ihealthcare.com/>

B2i Healthcare. (2022b). *Snow Owl Meaningful Query*. B2i Healthcare. Acedido a 31 de março de 2022 em <https://mq.b2i.sg/>

B2i Healthcare. (2022c). *Snow Owl Platform*. B2i Healthcare. Acedido a 31 de março de 2022 em <https://b2ihealthcare.com/>

Bazzoli, F. (2020). *HL7 FHIR Applications Begin to Support Better Response to COVID-19*. The Official Blog of Health Level Seven® International. Acedido a 25 de março de 2022 em <https://blog.hl7.org/>

Bender, D., & Sartipi, K. (2013). HL7 FHIR: An Agile and RESTful approach to healthcare information exchange. In *Proceedings of the 26th IEEE international symposium on computer-based medical systems*, 326-331, IEEE.

Benson, T., & Grieve, G. (2021). Principles of Health Interoperability. *Cham: Springer International*, 3-443.

Bodenreider, O. (2021). *Unified Medical Language System*. National Library of Medicine. Acedido a 16 de março de 2022 em <https://www.nlm.nih.gov/>

Bodenreider, O., Cornet, R., & Vreeman, D. (2018). Recent developments in clinical terminologies – SNOMED CT, LOINC, and RxNorm. *Yearbook of medical informatics*, 27(01), 129-139.

Cardoso, L., Marins, F., Quintas, C., Portela, F., Santos, M., Abelha, A., & Machado, J. (2018). Interoperability in healthcare. In *Health Care Delivery and Clinical Science: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*, 689-714, IGI Global.

Carvalho, A. (2020). *A tecnologia ao serviço da saúde*. COTEC Portugal. Acedido a 23 de fevereiro de 2022 em <https://cotecportugal.pt/pt/>

Centro de Terminologias Clínicas. (2022). *Interoperabilidade*. Serviço Nacional de Saúde. Acedido a 7 de março de 2022 em <https://www.ctc.min-saude.pt/>

COCIR. (2021). *Interoperability out-of-the-box? Assessing FHIR*. Comité Europeu de Coordenação da Indústria de TI Radiológica, Eletromédica e de Assistência Médica. Acedido a 30 de março de 2022 em <https://www.cocir.org/>

Dash, S., Shakyawar, S., Sharma, M., & Kaushik, S. (2019). Big data in healthcare: management, analysis and future prospects. *Journal of Big Data*, 6(1), 1-25.

De Quirós, F., Otero, C., & Luna, D. (2018). Terminology services: standard terminologies to control health vocabulary. *Yearbook of medical informatics*, 27(01), 227-233.

European Commission. (2014). *eHealth Stakeholder Group report – Perspectives and Recommendations on Interoperability*. European Commission. Acedido a 27 de março de 2022 em <http://ec.europa.eu/>

European Commission. (2020). *eHealth experts*. European Commission. Acedido a 19 de março de 2022 em <https://digital-strategy.ec.europa.eu/>

Farinelli, F., & Almeida, M. (2014). Interoperabilidade semântica em sistemas de informação de saúde por meio de ontologias formais e informais: um estudo da norma OPENEHR. *XVII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação*, 17(1).

Frost & Sullivan. (2020). *Global Healthcare Interoperability Market to Witness Nearly Two-fold Growth by 2024*. Frost & Sullivan. Acedido a 18 de março de 2022 em <https://www.frost.com/>

Glantt. (2022a). *Sobre a Glantt*. GLINTT - Global Intelligent Technologies. Acedido a 10 de fevereiro de 2022 em www.glantt.com/pt

Glantt. (2022b). *Nova solução da Glantt promete mais tempo com o doente e menos de volta dos papéis*. GLINTT - Global Intelligent Technologies. Acedido a 11 de fevereiro de 2022 em www.glantt.com/pt

Glantt. (2022c). *Resultados da 2ª Edição do Barómetro da Saúde Digital*. GLINTT - Global Intelligent Technologies. Acedido a 16 de fevereiro de 2022 em www.glantt.com/pt

Gopal, G., Suter-Crazzolara, C., Toldo, L., & Eberhardt, W. (2019). Digital transformation in healthcare—architectures of present and future information technologies. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 57(3), 328-335.

Gordon, W., & Catalini, C. (2018). Blockchain technology for healthcare: facilitating the transition to patient-driven interoperability. *Computational and structural biotechnology journal*, 16, 224-230.

Haggerty, E. (2017). Healthcare and digital transformation. *Network Security*, 2017(8), 7-11.

HIMSS. (2020). *Interoperability in Healthcare*. HIMSS – Healthcare Information and Management Systems Society. Acedido a 22 de fevereiro de 2022 em <https://www.himss.org/>

HL7 FHIR. (2022a). *Welcome to FHIR*. Health Level Seven International. Acedido a 2 de março de 2022 em <http://hl7.org/fhir/>

HL7 FHIR. (2022b). *FHIR Exchange Module*. Health Level Seven International. Acedido a 2 de março de 2022 em <http://hl7.org/fhir/>

HL7 FHIR. (2022c). *FHIR Overview - Architects*. Health Level Seven International. Acedido a 26 de março de 2022 em <https://build.fhir.org/>

HL7 FHIR. (2022d). *Introducing HL7 FHIR*. Health Level Seven International. Acedido a 27 de março de 2022 em <https://build.fhir.org/>

HL7 FHIR. (2022e). *Version Management Policy*. Health Level Seven International. Acedido a 27 de março de 2022 em <https://build.fhir.org/>

HL7 FHIR. (2022f). *Terminology Module*. Health Level Seven International. Acedido a 28 de março de 2022 em <https://build.fhir.org/>

HL7 FHIR. (2022g). *Terminology Service*. Health Level Seven International. Acedido a 28 de março de 2022 em <https://build.fhir.org/>

HL7 FHIR. (2022h). *Resource CodeSystem*. Health Level Seven International. Acedido a 29 de março de 2022 em <https://build.fhir.org/>

HL7 FHIR. (2022i). *Resource ValueSet*. Health Level Seven International. Acedido a 29 de março de 2022 em <https://build.fhir.org/>

HL7 FHIR. (2022j). *Resource ConceptMap*. Health Level Seven International. Acedido a 29 de março de 2022 em <https://build.fhir.org/>

HL7 International. (2022a). *About HL7*. Health Level Seven International. Acedido a 28 de fevereiro de 2022 em <https://www.hl7.org/>

HL7 International. (2022b). *HL7 Version 2 Product Suite*. Health Level Seven International. Acedido a 28 de fevereiro de 2022 em <https://www.hl7.org/>

HL7 International. (2022c). *HL7 Version 3 Product Suite*. Health Level Seven International. Acedido a 1 de março de 2022 em <https://www.hl7.org/>

HL7 International. (2022d). *FHIR – Resource Index*. Health Level Seven International. Acedido a 26 de março de 2022 em <https://www.hl7.org/>

Horizon NJ Health. (2014). *ICD-10 Fact Sheet*. Horizon Blue Cross Blue Shield of New Jersey. Acedido a 11 de março de 2022 em <https://www.horizonnjhealth.com/>

Hunt, N., Renner, C., Embry, B., Sweet, M., Wright, D., Myers, J., Arias, L., Barron, J., Webb, P., Prentiss, R., & Rodis, J. (2016). *FDP expanded clearinghouse pilot phase 2 – Web-based system: Functional and technical requirements document*. The National Academies of Science, Engineering and Medicine. Acedido a 26 de abril de 2022 em <https://sites.nationalacademies.org/>

IEEE Standards University. (2019). *Standards Glossary*. Institute of Electrical and Electronics Engineers. Acedido a 21 de março de 2022 em <http://www.ieee.org/>

IHE International. (2022). *Technical Frameworks*. Integrating the Healthcare Enterprise. Acedido a 26 de março de 2022 em <https://www.ihe.net/>

International Health Terminology Standards Development Organisation. (2021). *Data Analytics with SNOMED CT*. SNOMED International's Confluence. Acedido a 30 de março de 2022 em <https://confluence.ihtsdotools.org/>

International Health Terminology Standards Development Organisation. (2020). *SNOMED CT Terminology Services Guid*. SNOMED International's Confluence. Acedido a 31 de março de 2022 em <https://confluence.ihtsdotools.org/>

ISO. (2018). *Review questions: Answer Key*. International Organization for Standardization. Acedido a 23 de fevereiro de 2022 em <https://www.iso.org/>

Johner Institute. (2021). *FHIR: Three Steps to Your Own Profile*. Johner Institute. Acedido a 28 de março de 2022 em <https://www.johner-institute.com/>

Kemmis, S., & McTaggart, R. (2007). Communicative action and the public sphere. *The Sage handbook of qualitative research*, 559-603.

Knight, A. (2021). *Playing with FHIR: hacking and securing FHIR API implementations*. Knight Ink. Acedido a 30 de março de 2022 em <https://approov.io/>

Koshy, E., Koshy, V., & Waterman, H. (2011). *Action research in healthcare*. SAGE Publications Ltd, <https://dx.doi.org/10.4135/9781446288696>

Kraus, S., Schiavone, F., Pluzhnikova, A., & Invernizzi, A. (2021). Digital transformation in healthcare: Analyzing the current state-of-research. *Journal of Business Research*, 123, 557-567.

Krauss, P., Touré, V., Gnodtke, K., Cramer, K., & Österle, S. (2021). DCC Terminology Service—An Automated CI/CD Pipeline for Converting Clinical and Biomedical Terminologies in Graph Format for the Swiss Personalized Health Network. *Applied Sciences*, 11(23), 11311.

Larman, C. (2004). *Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development (3rd Edition)*. Upper Saddle River, NJ, USA: Prentice Hall PTR. ISBN: 0131489062

Loi, K. (2017). *Ontoserver*. CSIRO's Ontoserver. Acedido a 17 de março de 2022 em <https://ontoserver.csiro.au/>

LOINC. (2022a). *What LOINC is*. Logical Observation Identifiers Names and Codes. Acedido a 9 de março de 2022 em <https://loinc.org/>

LOINC. (2022b). *MG Breast Screening*. Logical Observation Identifiers Names and Codes. Acedido a 25 de março de 2022 em <https://loinc.org/>

Lopes, A. (2020). *Infraestrutura baseada em HL7's FHIR para interoperabilidade de terminologias clínicas*. [Dissertação de Mestrado, Instituto Superior de Engenharia do Porto do Politécnico do Porto]. Repositório Científico do Instituto Politécnico do Porto. <https://recipp.ipp.pt/>

Mello, B., Rigo, S., da Costa, C., Rosa Righi, R., Donida, B., Bez, M., & Schunke, L. (2022). Semantic interoperability in health records standards: a systematic literature review. *Health and Technology*, 1-18.

Metke-Jimenez, A., Steel, J., Hansen, D., & Lawley, M. (2018). Ontoserver: a syndicated terminology server. *Journal of biomedical semantics*, 9(1), 1-10.

Meyer, J. (2000). Using qualitative methods in health-related action research. *Bmj*, 320(7228), 178-181.

Miyoshi, N., de Azevedo Marques, J., Alves, D., & Azevedo Marques, P. (2017). Development of a Lightweight and Adaptable Clinical Terminology Server. *Annals*.

Noumeir, R. (2019). Active learning of the HL7 medical standard. *Journal of digital imaging*, 32(3), 354-361.

ONC. (2021). *FHIR Fact Sheets*. Office of the National Coordinator for Health Information Technology. Acedido a 26 de março de 2022 em <https://www.healthit.gov/>

Pagani, M., & Pardo, C. (2017). The impact of digital technology on relationships in a business network. *Industrial Marketing Management*, 67, 185-192.

- Rajput, A., Triep, K., & Endrich, O. (2022). Semi-Automated Approach to Map Clinical Concepts to SNOMED CT Terms by Using Terminology Server. *Studies in health technology and informatics*, 293, 67-72.
- Sansone, S., & Rocca-Serra, P. (2016). Interoperability Standards-Digital Objects in Their Own Right. *Wellcome Trust*, 10, <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.4055496.v1>
- Saripalle, R., Runyan, C., & Russell, M. (2019). Using HL7 FHIR to achieve interoperability in patient health record. *Journal of biomedical informatics*, 94, 103188.
- Saripalle, R., Sookhak, M., & Haghparast, M. (2020). An interoperable UMLS terminology service using fhir. *Future Internet*, 12(11), 199.
- SNS. (2022a). *MCDT Realizados em Entidades Convencionadas*. Serviço Nacional de Saúde. Acedido a 24 de março de 2022 em <https://transparencia.sns.gov.pt/>
- SNS. (2022b). *Evolução de MDT realizados no convencionado*. Serviço Nacional de Saúde. Acedido a 24 de março de 2022 em <https://transparencia.sns.gov.pt/>
- Staron, M. (2020). *Action research in software engineering*. Springer International Publishing, 15-17.
- Torres, H. (2017). *Benchmarking de tecnologias de Big Data aplicadas à saúde-medicina*. [Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia da Universidade do Minho]. Repositório Aberto da Universidade do Minho. <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/54930>
- Verhoef, P., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Dong, J., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889-901.
- Vreeman, D., & Richoz, C. (2015). Possibilities and implications of using the ICF and other vocabulary standards in electronic health records. *Physiotherapy Research International*, 20(4), 210-219.
- Wassing, D. (2020). *Evaluation of Terminology servers for use with SNOMED CT*. [Dissertação de Mestrado, Linköping University]. Digitala Vetenskapliga Arkivet. <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1478455&dswid=-6511>

West Coast Informatics. (2017). *About West Coast Informatics*. West Coast Informatics. Acedido a 16 de março de 2022 em <https://www.wcinformatics.com/>

WHO. (2022). *International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems (ICD)*. World Health Organization. Acedido a 14 de março de 2022 em <https://www.who.int/>

Williams, P. (2017). *Features of Known Servers*. SNOMED International's Confluence. Acedido a 15 de março de 2022 em <https://confluence.ihtsdotools.org/>

Zhou, S., Chen, C., & Gu, H. (2019). Testing and Evaluating SNOMED CT Web Browsers' Textual Search Feature. In *2019 IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM)* (pp. 1954-1961). IEEE.