



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Magda Gonçalves Amorim

**Nomenclaturas e Ontologias:
Plataformas de *eHealth* e *mHealth***

Dissertação de Mestrado em Informática Médica
Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica

Trabalho efetuado sob a orientação de
Professor Doutor José Manuel Ferreira Machado
e supervisionado pelo
Mestre Júlio Miguel Marques Duarte

Outubro de 2014

Declaração

Nome: Magda Gonçalves Amorim

Endereço eletrónico: magda.goncalves.amorim@gmail.com

Cartão de Cidadão: 13932717

Título da Dissertação: Nomenclaturas e Ontologias: Plataformas de *eHealth* e *mHealth*

Orientador: Professor Doutor José Manuel Ferreira Machado

Supervisor: Mestre Júlio Miguel Marques Duarte

Ano de conclusão: 2014

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica

Área de Especialização: Ramo de Informática Médica

DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA
A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA DISSERTAÇÃO.

Universidade do Minho, ___ / ___ / ___

Assinatura: _____

Agradecimentos

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao meu orientador, Professor Doutor José Machado, quer pela oportunidade de trabalhar diretamente com ele, quer pelo apoio na concretização deste projeto. Foi extremamente importante tê-lo a orientar todo o projeto, pois a par do enorme profissionalismo, havia sempre uma boa disposição que contagiava.

Agradeço também a ajuda do Mestre Júlio Duarte, supervisor desta dissertação, que sempre se mostrou disponível em todas as fases do projeto, apesar do projeto que também tinha em mãos, a sua tese de doutoramento. Não posso deixar de referir um agradecimento ao Centro Hospitalar do Alto Ave, pela disponibilidade e oportunidade de poder usufruir de um dos sistemas informáticos mais avançados dos hospitais portugueses.

Um especial agradecimento a todos os meus amigos, aos de sempre, e que se mostraram ao longo dos anos indispensáveis para a minha formação e realização, principalmente pessoal. E a todos os que tive oportunidade de encontrar nesta instituição, agradeço-lhes por "caminharem" ao meu lado em todos os momentos, fazendo-me ver que os vou querer sempre por perto nos meus próximos desafios. É por isso também que gostaria de agradecer a esta instituição, Universidade do Minho, por tão bem me ter acolhido e por me ter proporcionado um enorme leque de oportunidades, fazendo com que desde o primeiro momento tivesse a certeza da escolha que tinha feito.

E só posso agradecer à minha família, principalmente aos meus pais, por sempre me terem proporcionado as melhores oportunidades, por confiarem em mim e nas minhas decisões e por poder contar sempre com seu apoio. E ainda, quero agradecer-lhes por me terem preparado da melhor forma para todos estes desafios, muito obrigada pelos valores e princípios que fazem de mim o melhor que sei ser.

Resumo

Os Sistemas de Informação (SI) das Unidades de Saúde recorrem, cada vez mais, a ferramentas informáticas para gerir a grande quantidade de informação, e assim garantir a qualidade e a segurança da mesma.

A interoperabilidade semântica é uma urgência nos Sistemas de Informação de Saúde (SIS), pois, através de normas, permite a uniformização dos termos médicos, assegurando registos clínicos com informação fiável, sem redundância e ambiguidade, conferindo qualidade e segurança à informação.

Sem terminologias médicas a prestação de cuidados de saúde pode tornar uma tarefa complexa e conduzir a erros médicos, pelo que a utilização das mesmas é fulcral para o registo de diagnósticos, procedimentos e peças anatómicas no Registo Clínico Eletrónico (RCE) de cada utente.

Como tal, o desenvolvimento de uma plataforma de interoperabilidade semântica vai permitir uniformizar termos médicos e conduzir à diminuição de erros. Recorrendo às tecnologias mais avançadas de *eHealth* e *mHealth*, pretende-se implementar o *Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms* (SNOMED CT) em contexto hospitalar real, num serviço de Anatomia Patológica.

A solução consiste numa aplicação independente da plataforma de registo de relatórios médicos, utilizando *Web Services*, que proporcionam a interação humana com diferentes interfaces para diferentes tipos de dispositivos eletrónicos.

Abstract

Healthcare Information Systems use software tools to manage the vast amount of information, to ensure safety and quality information.

Semantic interoperability is an urgency in Healthcare Information Systems, and through standards, enables the standardization of medical terms, securing medical records with reliable information without redundancy and ambiguity, providing quality and safety information.

Without medical terminologies, healthcare tasks can become complex and lead to medical errors, so the use of them is essential for the record of diagnoses, procedures and body parts in Electronic Health Record.

Thus, the development of a semantic interoperability platform will allow standardizing medical terms and lead to fewer errors. To this end, we use the most advanced technologies of eHealth and mHealth to implement the Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms (SNOMED CT) in a real hospital environment.

In conclusion, the solution consists of an independent platform for the medical records using Web Services, which provide human interaction with diferent interfaces for different types of eletronic devices.

Conteúdo

Resumo	v
Abstract	vii
Acrónimos	xx
1 Introdução	1
1.1 Motivação	2
1.2 Objetivos	4
1.3 Estrutura	5
2 Sistemas de Informação de Saúde	7
2.1 Introdução	7
2.2 Registo Clínico Eletrónico	12
2.3 <i>eHealth</i> e <i>mHealth</i>	15
2.4 Conclusão	18
3 Interoperabilidade em eHealth	21
3.1 Introdução	21
3.2 Interoperabilidade Semântica	25
3.3 Nomenclaturas e Ontologias	26
3.3.1 SNOMED CT	27
3.3.2 ICD	28
3.3.3 HL7	29
3.3.4 DICOM	29
3.3.5 openEHR	30
3.4 AIDA	31
3.4.1 AIDA-PCE	34

3.5	Conclusão	35
4	Metodologia de Investigação	37
4.1	Introdução	37
4.2	<i>Design Research</i>	38
4.3	Anatomia Patológica	41
4.4	SNOMED CT	43
4.4.1	Estrutura do SNOMED CT	44
4.4.2	Vantagens no uso do SNOMED CT	46
4.4.3	Mapeamento com ICD	47
4.5	openEHR	51
4.5.1	Representação Clínica em openEHR	54
4.6	Tecnologias de <i>eHealth</i> e <i>mHealth</i>	58
4.6.1	Arquitetura Orientada a Serviços	59
4.6.2	Agentes de <i>Semantic Web</i>	61
4.7	Conclusão	63
5	Plataforma de eHealth e mHealth	65
5.1	Introdução	65
5.2	Materiais e Métodos	66
5.2.1	Base de Dados do SNOMED CT	66
5.2.2	Framework <i>.NET</i>	69
5.2.3	<i>Web Service</i>	72
5.2.4	<i>Browser</i>	74
5.2.5	<i>Android</i>	76
5.3	Plataforma para a Interoperabilidade	76
5.3.1	<i>Design</i> e Funcionalidades	76
5.3.2	Integração e Avaliação	79
5.4	Resultados	81
5.5	Conclusão	83
6	Conclusão	85
6.1	Trabalho Futuro	89
	Bibliografia	98
	Apêndices	98

<i>CONTEÚDO</i>	xi
A openEHR	99
A.1 Arquétipos e Descrições	99
B <i>Web Service</i>	105
B.1 Modelo Cliente-Servidor	105
C <i>Browser</i>	109
C.1 Interface do Utilizador	109
D <i>Android</i>	111
D.1 Interfaces do Utilizador	111
E <i>Avaliação de Usabilidade</i>	113
E.1 Avaliação Heurística	113
E.2 Questionário de Usabilidade	115
F Publicações	117
F.1 An approach for the semantic interoperability of SNO- MED: Improving Quality of Electronic Health Records	117
Glossário	120

Lista de Figuras

3.1	O papel central desempenhado pela AIDA (adaptado de [1, 5]).	32
4.1	Processo de <i>Design Research</i> (adaptado de [80]).	40
4.2	Estrutura do SNOMED CT (adaptado de [87]).	45
4.3	Arquitetura do openEHR (adaptado de [70]).	52
4.4	Arquitetura de integração dos arquétipos openEHR na AIDA.	55
4.5	<i>Mindmap</i> do arquétipo: Localização Anatômica [96].	56
4.6	<i>Mindmap</i> do arquétipo: Resultados dos Exames de Patologia [96].	57
4.7	Arquitetura básica SOA. (adaptado de [98]).	59
5.1	Tabelas com dados do <i>login/logout</i>	68
5.2	Relações da Base de dados SNOMED CT.	68
5.3	Arquitetura da <i>framework .NET</i> (adaptado de [108, 109]).	70
5.4	Estrutura de funcionamento do <i>Web Service</i> (adaptado de [111, 114]).	73
5.5	<i>Web Service</i> utiliza tecnologias da Internet para aceder às aplicações <i>Web</i> (adaptado de [110]).	75
A.1	<i>Mindmap</i> completo do arquétipo: Localização Anatômica [96].	100
A.2	Descrição dos atributos do <i>Mindmap</i> do arquétipo: Localização Anatômica (adaptado [96]).	101
A.3	<i>Mindmap</i> completo do arquétipo: Resultados dos Exames de Patologia [96].	102
A.4	Descrição dos atributos do <i>Mindmap</i> do arquétipo: Resultados dos Exames de Patologia (adaptado [96]).	103
A.5	Continuação da descrição dos atributos do <i>Mindmap</i> do arquétipo: Resultados dos Exames de Patologia (adaptado [96]).	104
B.1	Serviço de <i>Login</i> disponibilizado pelo <i>Web Service</i>	105

B.2	Resposta possível no serviço de <i>Login</i> disponibilizado pelo <i>Web Service</i>	105
B.3	Resposta possível no serviço de <i>Login</i> disponibilizado pelo <i>Web Service</i>	106
B.4	Serviço de pesquisa a partir de diferentes atributos disponibilizado pelo <i>Web Service</i>	106
B.5	Exemplo de pesquisa pelo um termo clínico <i>virus</i> no <i>Web Service</i>	106
B.6	Resposta à pesquisa do termo <i>virus</i> em formato XML.	107
B.7	Exemplo de pesquisa do <i>idsnomed L-18177</i> no <i>Web Service</i>	107
B.8	Resposta à pesquisa pelo <i>idsnomed L-18177</i> no formato XML.	108
C.1	Página <i>Web</i> de Classificação SNOMED CT.	109
C.2	Página <i>Web</i> de Classificação SNOMED CT.	110
C.3	Página <i>Web</i> de Classificação SNOMED CT.	110
D.1	Página de <i>login</i> da aplicação <i>Android</i>	111
D.2	Página de pesquisa da aplicação <i>Android</i>	112
D.3	Página de resultados da aplicação <i>Android</i>	112
E.1	<i>Checklist</i> para avaliação heurística da aplicação <i>Web</i> (adaptado de [118]).	114
E.2	Questionário de usabilidade da aplicação <i>Web</i> (adaptado de [120]).	115

Lista de Tabelas

3.1	Quatro níveis de Interoperabilidade segundo a Comissão Europeia (adaptado de [4])	23
3.2	Processo de execução do exame médico (adaptado de [74])	33

Acrónimos

ADL Architecture Description Language. 50, 55

ADT Android Development Tools. 74

AIDA Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Clínica.
2, 3, 6, 19, 29–33, 53, 64, 77, 85, 86

AIS Sistemas de Informação Administrativa. 30, 31

AJAX Asynchronous JavaScript and XML. 72, 73

Android SDK Android Software Developer Kit. 74

APLIS Sistemas de Informação do Laboratório de Anatomia Patológica.
39, 40

CAP College of American Pathologists. 41

CHAA Centro Hospitalar do Alto Ave. 3, 4, 29, 39, 56, 63, 69, 75–77

CIPE Classificação Internacional para a Prática de Enfermagem. 10

CLR Common Language Runtime. 68

DHTML Dynamic HyperText Markup Language. 73

DICOM Digital Imaging and Communications in Medicine. 25, 27, 28

DIS Sistemas de Informação dos Departamentos e Serviços. 30

DOM Document Object Model. 73

EUA Estados Unidos da América. 20, 78

- FSN** Fully Specified Name. 43
- GPS** Global Positioning System. 17
- HIMSS** Healthcare Information and Management Systems Society. 8, 23
- HL7** Health Level Seven. 23, 25–27, 32
- HTML** HyperText Markup Language. 70, 72, 73
- HTTP** Hypertext Transfer Protocol. 69
- ICD** International Classification of Diseases. 6, 26, 28, 35, 45–47, 50, 60, 85, 88
- IHTSDO** International Health Terminology Standards Development Organisation. 3, 25, 41, 46–48, 61, 85
- LIS** Sistema de Informação Laboratorial. 10, 30
- MAS** Sistema de Multi-Agentes. 6, 29, 31, 35, 60, 85, 86, 88
- MCDT** Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica. 30
- MIS** Sistemas de Informação Médica. 30, 31
- NHS** National Health Service. 41
- NIS** Sistemas de Informação de Enfermagem. 30, 31
- OMS** Organização Mundial de Saúde. 16, 17, 26, 46, 47
- openEHR** Open Electronic Health Record. 6, 25, 28, 35, 48–53, 55, 61, 77, 88
- openEHR CKM** openEHR Clinical Knowledge Management. 52, 53, 55, 97
- OWL** Web Ontology Language. 24
- PACS** Picture Archive and Communication System. 10, 28

- PCE** Processo Clínico Eletrónico. 10, 30
- RCE** Registo Clínico Eletrónico. 2–7, 11–14, 17–19, 21–23, 25, 26, 28, 32, 33, 35, 36, 40, 41, 44–46, 48–53, 55, 56, 60, 61, 63, 64, 73, 77, 81, 83, 84, 88
- RIS** Sistema de Informação de Radiologia. 10, 30
- RME** Registo Médico Eletrónico. 12
- RPC** Registo do Paciente baseado em Computador. 12
- SAD** Sistemas de Apoio à Decisão. 10
- SAM** Sistema de Apoio ao Médico. 10, 30, 31, 60, 63
- SAPE** Sistema de Apoio à Prática de Enfermagem. 10, 30, 31, 60
- SGBD** Sistema de Gestão de Bases de Dados. 64, 65
- SI** Sistemas de Informação. 8, 13, 37
- SIG** Sistemas de Informação para a Gestão. 11
- SIS** Sistemas de Informação de Saúde. 2, 4–11, 15, 17–19, 23, 32, 35, 49, 52, 56, 59–61, 71, 77, 78, 80, 84–88
- SNOMED CT** Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms. 3, 4, 6, 23, 25, 26, 28, 35, 40–48, 50, 53–56, 60, 61, 64–66, 75–77, 81, 83–86, 88
- SNOMED RT** Systematized Nomenclature of Medicine Reference Terminology. 41
- SNS** Serviço Nacional de Saúde. 20, 60
- SOA** Arquitetura Orientada a Serviços. 6, 29, 32, 35, 57, 58, 70, 85, 88
- SOAP** Simple Object Access Protocol. 69, 70, 73
- SONHO** Sistema Integrado de Informação Hospitalar. 10, 30, 31, 60, 63
- SPMS** Serviços Partilhados do Ministério da Saúde. 3, 9, 10, 61, 85

SQL Structured Query Language. 65, 67, 71

TI Tecnologias de Informação. 7, 14

URL Uniform Resource Locator. 71

Windows API Windows Application Programming Interface. 67

WSDL Web Service Definition Language. 69

WWW World Wide Web. 58

XHTML eXtensible HyperText Markup Language. 72

XML XML Extensible Markup Language. 49, 55, 68–71, 73, 74, 85

XSD XML Schema Definition. 69

Capítulo 1

Introdução

A Medicina superou-se e hoje é indissociável da Informática. A combinação da Informática com a Medicina revolucionou a prestação de cuidados de saúde, existindo uma "nova" Medicina, podendo até ser apelidada de "*Medicina 2.0*". A principal revolução ocorreu no tratamento da informação e nos sistemas de apoio à decisão, o que contribui significativamente para um melhor e mais rápido diagnóstico médico.

Como a informação não é estática, novos utentes, novas descobertas médicas, novos tratamentos, novos procedimentos surgem a todo o momento e deve estar disponível para que se encontrem as melhores soluções na prestação dos cuidados de saúde, na tomada de decisão e no diagnóstico.

A Informática Médica surgiu como resposta à necessidade dos profissionais de saúde gerirem a quantidade de informação, quer sobre o utente, como sobre o conhecimento clínico disponível. Pois, não pode ser ignorado o facto de que a informação está ao alcance de todos, podendo até dizer-se que os médicos de hoje tratam comunidades de "*eUtentes*".

Vários sistemas de registo clínico eletrónico, de apoio à decisão e de comunicação têm surgido para garantir que há o melhor tratamento, gestão e armazenamento da informação, uma vez que esta área não é, nem pode ser, estática.

Assim, esta dissertação expõe o estudo realizado no desenvolvimento de uma plataforma que utiliza diferentes ferramentas informáticas para assegurar o melhor e mais fiável acesso à informação médica, garantindo interoperabilidade semântica .

1.1 Motivação

A progressão na área médica só ocorre com a inovação tecnológica, que vai desde a criação de mais e melhores equipamentos médicos, a programas que permitam a extração, o tratamento e o armazenamento da informação. Com os **Sistemas de Informação de Saúde (SIS)** foi possível aumentar a rapidez e a capacidade de armazenamento de grandes quantidades de informação, da mesma forma que permitiu a partilha de informação entre sistemas e profissionais de saúde, ainda que geograficamente distantes. [1,2]

Surgem constantemente desafios que levam a que sejam procuradas novas estratégias para garantir o controlo, a gestão e a monitorização de toda a informação, sem que haja falhas ou erros que impeçam o acesso à informação. [3]

Apesar dos esforços dos profissionais de saúde na prestação de serviços de alta qualidade, o aumento do número de utentes nos vários serviços hospitalares, aliado à enorme quantidade de procedimentos clínicos, levam à ocorrência de erros médicos, causados pela perda de informações relevantes. [4,5]

O **Registo Clínico Eletrónico (RCE)** resulta da evolução dos **SIS**, representa um passo significativo na melhoria da comunicação e da disponibilidade dos dados, pois neste é possível encontrar todo o histórico de um utente, desde os seus internamentos a resultados de exames. [2,6]

Uma comunicação segura e coerente e a uniformização do **RCE** são fatores cruciais, que impõem a interoperabilidade entre sistemas, isto é, a capacidade de sistemas se comunicarem de forma transparente, necessitando de normas e/ou terminologias que regulem esta comunicação, conferindo alguma automatização ao registo clínico hospitalar. [1,5,7]

A **Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Clínica (AIDA)** é uma plataforma existente em algumas unidades hospitalares que confere este caráter de interoperabilidade aos **SIS**, a **AIDA** é responsável por atividades como o armazenamento, a gestão, a comunicação e a partilha de informação entre todos os sistemas que a compõem. [8–11]

Para além da regulação da comunicação, a adoção de ferramentas de apoio à decisão, para melhorar a qualidade de saúde, também dependem do uso de termos e conceitos padrão no **RCE**. Para a uniformização do **RCE** são necessárias terminologias de normalização, incluindo classificação, nomen-

claturas e ontologias. [12]

Estes padrões de uniformização são divididos em normas de representação de informação clínica, normas de comunicação e normas de imagem. O uso destas assegura que o RCE seja entendido por qualquer profissional de saúde, em qualquer lugar, e também permitem que os sistemas interpretem sintomas, auxiliando os médicos na tomada de decisão, quanto ao diagnóstico e respetivo tratamento. [2, 12–14]

No universo das normas de representação, o *Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms* (SNOMED CT) surge como uma das normas com maior expressão, pois trata-se de uma terminologia clínica, sistematizada, hierarquizada, composta de conceitos, descrições e relações. [15–18]

Ainda no início deste ano civil os *Serviços Partilhados do Ministério da Saúde* (SPMS) fizeram saber que Portugal passou a integrar o *International Health Terminology Standards Development Organisation* (IHTSDO), permitindo que todas as unidades de saúde, as organizações e as empresas portuguesas possam beneficiar do SNOMED CT, estando neste momento a ser desenvolvidas várias estratégias de implementação do mesmo, o que comprova a pertinência do projeto tratado nesta dissertação. [17]

Incluir a normalização no RCE dos utentes assegura coerência na comunicação entre prestadores de saúde, principalmente os médicos, permitindo a reutilização de informação, quer para a prestação de cuidados, quer para outros fins, criando interoperabilidade semântica entre os diferentes sistemas à disposição dos profissionais, regiões e países. E o grande desafio em *eHealth* é mesmo a Interoperabilidade Semântica dos sistemas do RCE. [4, 5, 15, 19–22]

É neste contexto que há uma necessidade identificada no *Centro Hospitalar do Alto Ave* (CHAA) - Unidade de Guimarães - de um sistema que utilize componentes de uma base de dados do SNOMED CT para aumentar a qualidade do registo clínico e lhe confira interoperabilidade semântica.

A partir daí, pretende-se criar uma aplicação de pesquisa e classificação de conceitos SNOMED CT independente da plataforma de RCE, que será implementada inicialmente no serviço de Anatomia Patológica. A integração na plataforma AIDA será o passo seguinte, para produzir relatórios e avaliar os benefícios de seu uso em contexto real. Esta integração através de um *Web Service* terá como aplicações: um *Browser* e uma aplicação *Android*, proporcionando a interação humana com interfaces em diferentes tipos de dispositivos.

De forma a tornar possíveis todas estas intervenções, faz-se uso de um instrumento hoje em dia indispensável, a Internet, pois permite uma ligação eficaz entre sistemas, com qualidade e com possibilidade de gerir conteúdos.

Assim, o *Web Service* assegura interoperabilidade, deixando espaço para uma resolução rápida de problemas devido à comunicação global existente.

Nos dias de hoje, há uma crescente utilização de *smartphones* acompanhado por um crescimento exponencial das aplicações disponíveis. E no campo da saúde, já se faz sentir esta imposição, pois as terminologias médicas têm ganho cada vez mais presença nas mesmas. [23]

O facto das terminologias médicas serem um instrumento consensual entre a comunidade médica, faz com que a criação de um *Browser* e uma aplicação *Android* constituam instrumentos a ser valorizados e de grande importância para a comunidade médica.

Esta plataforma torna-se assim de grande interesse para a comunidade médica, uma vez que a comunicação é fulcral e muitas vezes é restrita devido a infraestruturas ultrapassadas e que envolvem elevados gastos financeiros e burocracias. [7]

Assim, esta plataforma vai facilitar a elaboração do *Registo Clínico Eletrónico (RCE)* dos utentes. [14]

1.2 Objetivos

A necessidade do serviço de Anatomia Patológica do *Centro Hospitalar do Alto Ave (CHAA)* está identificada: construção de uma plataforma de integração do *SNOMED CT* no meio hospitalar real, utilizando *Web Service*, com interfaces em diferentes tipos de dispositivos. Mas para conseguir solucionar todos os requisitos, há um conjunto de características e funcionalidades que têm que ser asseguradas para a realização da mesma.

Desta forma, os objetivos, que determinam todo o projeto, podem também ser vistos como questões que servem de *guideline* ao processo de resolução do projeto apresentado, e para as quais vão ser procuradas soluções.

Questão 1: Quais as vantagens e limitações em uniformizar o *RCE*?

Questão 2: Como tornar os *SIS* interoperáveis?

Questão 3: Como está estruturado o *SNOMED CT*?

Questão 4: Porque é que o *SNOMED CT* é a norma mais indicada para o serviço de Anatomia Patológica?

Questão 5: Quais as tecnologias mais indicadas para desenvolver a plataforma?

Questão 6: Quais as principais características e funcionalidades que a plataforma deve assegurar e quais as que assegura?

Questão 7: Qual o impacto resultante para o serviço de Anatomia Patológica?

Questão 8: Que alterações ou melhorias podem ser efetuadas ao projeto no futuro?

1.3 Estrutura

Esta dissertação está estruturada em seis capítulos, incluindo este primeiro capítulo introdutório. No presente capítulo é possível enquadrar o leitor no contexto do estudo desenvolvido, apresentando as motivações e objetivos que despoletaram a sua elaboração.

Os capítulos seguintes: Sistemas de Informação de Saúde, Interoperabilidade em *eHealth*, Metodologia de Investigação e Plataforma de *eHealth* e *mHealth*, são capítulos de carácter independente, isto é, a sua leitura não depende dos anteriores. Sendo o último capítulo conclusivo de toda a dissertação, encontrando-se as respostas para as questões colocadas neste primeiro capítulo, finalizando com os apêndices.

A estruturação adotada advém das motivações já mencionadas, e porque são exploradas várias formas para responder da melhor maneira à necessidade inicial, daí os capítulos serem independentes entre si, culminando na resolução da mesma. No entanto, não invalida o facto de poderem ser feitas melhorias e exploradas novas abordagens no futuro, até porque há sempre um conjunto de fatores que impossibilita a escolha e a conciliação dos requisitos propostos.

O **Capítulo 2, Sistemas de Informação de Saúde**, aborda o meio em que a plataforma pode ser inserida, abordando conceitos e os sistemas existentes para a informação hospitalar, com enfoque em Portugal. Há um subcapítulo dedicado ao RCE devido à sua importância enquanto SIS. A evolução dos SIS também é tratada do ponto de vista de dois dos mais importantes conceitos que resultam desta evolução, *eHealth* e *mHealth*. No final do capítulo é feita uma conclusão sobre os conceitos tratados e a forma como estes se cruzam.

O **Capítulo 3, Interoperabilidade em *eHealth***, inicia com uma explicitação do conceito Interoperabilidade, focando posteriormente na Interoperabilidade Semântica. São focadas as principais características, vantagens e os vários níveis de interoperabilidade existentes. Na sequência da Interoperabilidade Semântica e as suas reais aplicações no âmbito da saúde são descritas várias normas: normas de imagem, de comunicação e de representação. É também descrita a plataforma **AIDA**, desenvolvida por investigadores da Universidade do Minho para a interoperabilidade, abordando a sua arquitetura e as suas características.

O **Capítulo 4, Metodologia de Investigação**, descreve a metodologia de investigação adotada, *Design Science Research*, isto é, refere as características particulares da Anatomia Patológica e as necessidades desta área, onde o **SNOMED CT** pode atuar. Para isso, é feito um estudo aprofundado das estruturas e vantagens do **SNOMED CT** e do mapeamento com **ICD**. Este capítulo, apresenta ainda um estudo realizado ao projeto *open source openEHR*, para avaliar o potencial deste para apoiar a implementação do **SNOMED CT** no **RCE**. Por fim, os paradigmas para a integração, **SOA** e **MAS** são escrutinados de forma a encontrar soluções para todas as fases de integração que a plataforma pode ser sujeita.

O **Capítulo 5, Plataforma de *eHealth* e *mHealth***, contém as abordagens feitas no âmbito das *eHealth* e *mHealth*, isto é, os materiais e métodos usados no desenvolvimento das aplicações. Descrição da estética e funcionalidades da plataforma para a interoperabilidade e a integração nos **SIS**. Finalizando, com a análise dos resultados da integração e teste das aplicações.

O **Capítulo 6, Conclusão**, expõe todas as conclusões e as respostas às questões que serviram de *guideline* do processo de desenvolvimento deste projeto e perspetivam-se alguns aspetos relevantes de trabalho futuro.

Os **Apêndices** possuem informação complementar aos vários capítulos. No **Apêndice A** estão os *mindmaps* dos arquétipos *openEHR* e a descrição dos atributos. O **Apêndice B** permite visualizar os serviços do *Web Service* e o tipo de respostas que são obtidas. No **Apêndice C** está a interface do *Browser* e as funcionalidades do mesmo. No **Apêndice D** estão as interfaces da aplicação *Android*. O **Apêndice E** tem os questionários usados na avaliação de usabilidade da aplicação *Web*. O **Apêndice F** contém as publicações resultantes deste projeto. E no final está o Glossário.

Capítulo 2

Sistemas de Informação de Saúde

Neste capítulo são abordados conceitos teóricos relevantes para a compreensão do uso das [Tecnologias de Informação \(TI\)](#) na saúde, isto é, nas instituições prestadoras de todo o tipo de cuidados de saúde. São abordados os [Sistemas de Informação de Saúde \(SIS\)](#) desde o seu surgimento até ao presente, permitindo analisar as necessidades que foram surgindo e a forma como foram solucionadas.

Destaca-se o [Registo Clínico Eletrónico \(RCE\)](#), o instrumento essencial para apoiar a prestação de cuidados médicos. Por fim, os termos *eHealth* e *mHealth*, que são conceitos relativamente recentes que ajudam a caracterizar o estado atual dos [SIS](#) em Portugal e na Europa.

2.1 Introdução

Atualmente, a prestação de cuidados de saúde não é o único fator preponderante nas instituições de saúde, cada vez mais se impõem outras realidades, como as questões económicas e financeiras, a gestão da despesa e da receita, e a segurança da informação dos utentes. Foi para lidar com todos estes parâmetros, e principalmente com a enorme quantidade de informação existente, que se introduziram as [Tecnologias de Informação \(TI\)](#) nas instituições de saúde. [24–26]

A utilização das TI tem dado provas do seu contributo e importância na medicina, principalmente com progressos e resultados registados na gestão financeira e no apoio à tomada de decisão pelos profissionais de saúde. É desta forma que se criam condições para os profissionais de saúde utilizarem ferramentas que contribuem para a diminuição dos erros médicos, reduzindo os custos hospitalares e conduzindo a uma melhor gestão hospitalar. [24,27,28]

Os Sistemas de Informação (SI) podem definir-se como um conjunto de componentes que operam em coordenação para tratar informação, eles são responsáveis por monitorizar, controlar, armazenar, automatizar e gerir conteúdos, havendo necessidade de comunicar entre os vários componentes do mesmo. Estes são usados em várias e distintas áreas, podendo mesmo dizer-se em todas as atividades com as quais contactamos diariamente, e na qual se inclui a área da saúde. [23,25,26]

Nas Unidades Hospitalares existem diferentes serviços, cada uma com especificações próprias e que requerem aplicações específicas de sistemas de informação que consigam dar as respostas necessárias aos serviços a que se remetem. Assim, surgem os Sistemas de Informação de Saúde (SIS), que incluem particularidades que asseguram resposta às necessidades individuais dos serviços médicos, quer na troca de informação, como na garantia de qualidade da mesma. [29]

Os SIS podem ser definidos como ferramentas que garantem a eficiente prestação dos cuidados de saúde e melhoram a qualidade dos serviços. Os SIS atuam na aquisição, processamento e representação da informação, quer esta seja relativa aos utentes, aos médicos ou aos enfermeiros. Também atuam na informação dos vários serviços hospitalares, dos administrativos e de gestão, e podem ser implementados em hospitais, públicos ou privados, em clínicas, em consultórios, em farmácias, em prestadores de serviços relacionados com exames auxiliares de diagnóstico, em serviços de enfermagem e em terapias de apoio a tratamentos. [19,24,27]

Os SIS surgiram nos anos 60, em paralelo com uma associação sem fins lucrativos, a Healthcare Information and Management Systems Society (HIMSS), ambos tiveram grande impacto na prática clínica, quer a nível da gestão de informação administrativa, quer ao nível da gestão da informação clínica, nomeadamente na comunicação entre os prestadores de cuidados de saúde e utentes. [25,26,30]

Inicialmente, serviam para tarefas simples de gestão de *stocks*, mas com o desenvolvimento tecnológico, deram lugar a sistemas compostos por várias máquinas, máquinas estas, capazes de comunicar entre si e de responder rápida e eficazmente às necessidades dos utilizadores. [25,26]

Atualmente, os SIS podem descrever-se como um ambiente complexo, constituídos por sistemas heterogêneos, distribuídos e ubíquos, o que culmina numa vasta oferta de ferramentas disponíveis para manipulação da informação de forma individualizada. [1,8]

Mas estes sistemas e o seu desempenho podem ainda ser mais abrangentes se houver interação entre eles. Assim, a necessidade de plataformas de interoperabilidade, para estabelecer comunicação entre sistemas e fortalecer os conteúdos disponíveis, resulta no desenvolvimento de um processo de integração e interação, mas que deve ter em consideração a escalabilidade, a flexibilidade, a portabilidade e a segurança dos sistemas. [8,19,31]

Devido a todas as atividades da responsabilidade dos SIS e à informação que estes armazenam, os cuidados com a segurança da informação e a interoperabilidade de sistemas são assuntos constantemente na ordem do dia das instituições que os desenvolvem e distribuem.

Assim, estes devem ser suportados por uma base sólida que garanta uma comunicação segura, pois quando ocorrem falhas ou erros podem desencadear fatores prejudiciais e irreversíveis para os utentes. [32,33]

A utilização dos SIS proporciona várias vantagens, como o aumento da produtividade, a redução de custos e a diminuição da ocorrência de erros, para além de toda a disponibilidade de informação que leva a um melhor desempenho dos profissionais de saúde e, conseqüentemente, um melhor e mais rápido atendimento aos utentes. [28,34]

Os SIS são hoje uma realidade nas instituições de saúde e a sua utilização deu provas de melhoria, estando incorporados nos procedimentos hospitalares, desde os casos clínicos até à utilização por administrativos, tendo se desenvolvido uma relação de dependência com estes sistemas, sendo impossível imaginar um bom funcionamento sem eles. Isto é comprovado pelas falhas não programadas do sistema que levam a grandes efeitos na prestação de cuidados. [35]

Em Portugal, há uma entidade responsável pelos principais SIS existentes na maioria dos hospitais, os Serviços Partilhados do Ministério da Saúde (SPMS).

A cargo destes serviços estão sistemas como [Sistema Integrado de Informação Hospitalar \(SONHO\)](#), que foi desenvolvido no final dos anos 80 e faz a gestão dos dados administrativos dos utentes, funciona diretamente com um sistema de gestão de base de dados, e tem como principais funcionalidades a identificação do utente, o agendamento, a validação e o registo de consulta e também o registo da vacinação. [33,36]

Mas há outros sistemas geridos pelos SPMS, como [Sistema de Apoio ao Médico \(SAM\)](#) e [Sistema de Apoio à Prática de Enfermagem \(SAPE\)](#). O SAM é um sistema direcionado para a prática médica, pois compreende funcionalidades como a prescrição de medicamentos, agenda médica, [Processo Clínico Eletrónico \(PCE\)](#), a identificação do utente e ainda registo e consulta da informação na perspetiva do médico. Enquanto, o SAPE está direcionado para registos de enfermagem, para tal possui funcionalidades como o registo de intervenções, quer as de enfermagem, quer as que resultam de prescrições médicas, e utiliza a [Classificação Internacional para a Prática de Enfermagem \(CIPE\)](#), que possui inclusive um *Browser* de pesquisa disponibilizado pela Ordem dos Enfermeiros. [33]

Já fora da alçada dos SPMS há também um conjunto de SIS com bastante influência nas instituições hospitalares [10,33,34]:

- [Sistema de Anatomia Patológica](#): sistema de informação relacionado com biopsias, exames pré-operatórios e autópsias;
- [Sistema de Informação Cirúrgica](#): sistema de informação de cirurgia responsável pela gestão dos blocos operatórios e registo de documentação clínica;
- [Sistema de Informação Laboratorial \(LIS\)](#): sistema de informação relacionado com as análises clínicas;
- [Sistema de Informação de Radiologia \(RIS\)](#): sistema de informação responsável pela aquisição e análise de imagens médicas, em que o armazenamento de imagens médicas é garantido através da ligação com o [Picture Archive and Communication System \(PACS\)](#);
- [Sistemas de Apoio à Decisão \(SAD\)](#): ferramentas para auxiliar a tomada decisão, e que é aplicável a qualquer nível da organização, melhorando a qualidade nas decisões;

- **Sistemas de Informação para a Gestão (SIG):** sistema integrado em bases de dados com o objetivo de gerir o fluxo de informação para o planeamento, o controlo e a tomada de decisão ao nível da gestão;
- **Sistema de Gestão de Recursos Humanos:** sistema de informação responsável pela gestão dos profissionais do hospital de forma a obter o melhor rendimento possível;
- **Sistema de Gestão de Inventário:** sistema de informação responsável pela gestão de todos os materiais e produtos necessários na resposta diária e para situações extraordinárias.

O desenvolvimento e melhoria dos **SIS** será sempre uma constante, pois está a par do aumento de qualidade dos serviços prestados na saúde, que são preocupações universais, quer do ponto de vista económico, como de otimização dos recursos para a prestação dos cuidados de saúde. Por essa razão é que grandes investimentos têm sido feitos nesta área, já existindo uma grande quantidade de sistemas considerados obsoletos, pois à medida que há avanços, surgem novas técnicas de integração dos sistemas em contexto hospitalar. Por exemplo, novas formas de tornar a comunicação mais segura e eficaz é o recurso a terminologias e ontologias, aliadas a novas tecnologias para tratar o fluxo de informação. [29,36]

A oferta dos **SIS** é grande e responde a quase todas as necessidades, mas a dispersão da informação por vários sistemas pode causar replicação da informação e aumento da complexidade na tomada de decisão sobre o estado de um utente, pois, estão disponíveis **SIS** com diferentes estruturas, formatos e até informação codificada, tornando assim a função de pesquisa, por parte do profissional de saúde num processo difícil e moroso. A solução, o **Registo Clínico Eletrónico (RCE)**, que é uma aplicação central que veio colmatar a falha na dispersão da informação. [32,37,38]

2.2 Registo Clínico Eletrónico

O Registo Clínico Eletrónico (RCE) é o resultado da adoção dos Sistemas de Informação de Saúde (SIS) e representa um passo significativo na melhoria da comunicação, aumentando a disponibilidade da informação, pois o registo clínico em papel é insuficiente para atender às necessidades atuais da medicina. O registo em papel serviu as necessidades dos médicos por mais de um século, mas este método de registo tem sido alterado de forma a ajustar-se às novas exigências e às mudanças que a medicina sofreu. [2, 39]

O formato em papel representa várias limitações, como a falta de uniformidade dos registos e a informação ilegível, o que leva a perda de informação ou erros de leitura. Estas limitações podem ser corrigidas com a passagem à informação computadorizada, assim como podem existir outros avanços na área médica ao ter a informação computadorizada, pois o RCE está em constante atualização, no entanto nem sempre foi assim denominado. [40, 41]

Nos anos 80, no início da sua criação designava-se *Registo do Paciente baseado em Computador (RPC)*, uma década mais tarde mudou-se para *Registo Médico Eletrónico (RME)*, tendo sofrido a última alteração para *Registo Clínico Eletrónico (RCE)*. Apesar destas mudanças na sua designação, o objetivo principal mantém-se, o de compilar toda a informação sobre os dados clínicos dos utentes, desde a informação relativa à história clínica até aos dados laboratoriais. [5, 12, 41]

O RCE é uma tecnologia que emergiu como forma de gerir a quantidade de informação e permitir a automatização da mesma, criando uma forma de tornar mais eficiente o registo clínico. Assim, contribuiu para avanços decisivos na gestão hospitalar, pois permite ter a informação computadorizada, possibilitando maior rapidez na consulta de informação e elaboração de estatísticas, que levam a diminuição dos custos. [42, 43]

A sua ação cobre totalmente a instituição de saúde, pois os profissionais de saúde podem consultar todo o histórico clínico do utente, assim como informações compiladas por vários prestadores de cuidados de saúde, que relatam toda as informações sobre ações e procedimentos clínicos necessários para tomar decisões sobre um determinado diagnóstico ou sobre os sintomas que levam até este. [12, 42, 44]

A este tipo de informações juntam-se várias questões de segurança e de disponibilidade que são essenciais, nomeadamente a limitação do acesso, a privacidade e a fiabilidade dos sistemas. Tem que haver responsabilidade ética e legal por parte dos utilizadores, devido ao caráter de confidencialidade das informações médicas e ao tipo de informação que este armazena. É necessário a informação estar disponível 24 horas por dia, por isso é que a estrutura e arquitetura do sistema têm que estar integradas em várias especialidades e serviços e têm que incluir mecanismos preparados para lidar com falhas. [12,41]

A estrutura e arquitetura do sistema do RCE têm que cumprir as necessidades dos utilizadores e das instituições, para que mesmo os mais relutantes abandonem os registos em papel, que ainda hoje não estão extintos. Por estes motivos, várias investigações têm sido efetuadas, de forma a encontrar os requisitos que deve cumprir. Estas investigações são feitas a nível internacional, incluindo diferentes instituições de saúde e profissionais de diferentes especialidades. [14,20]

Como resultado, há um conjunto de requisitos que a arquitetura do sistema de RCE tem que garantir [14]:

- Captura fiel do significado originalmente pretendido pelo autor de uma entrada de registo ou conjunto de entradas;
- Fornecer uma *framework* adequada para as necessidades dos profissionais e das empresas que permita analisar e interpretar o RCE, quer num contexto individual, como na população em que se insere;
- Incorporar as medidas necessárias para apoiar a comunicação segura e legal das entradas de registo entre os profissionais que trabalham em locais diferentes, respeitando a privacidade dos utentes.

Os requisitos exigidos e as funcionalidades esperadas do RCE são muitas, o que também torna complexo o seu sistema, pois trata-se de um conjunto de SI relacionados, de forma a proporcionarem a integração da informação e o apoio à tomada de decisão. De uma forma simplificada, pode dividir-se o sistema de RCE num modelo composto por três partes [12,44,45]:

- O sistema fonte, que agrega todos os sistemas relacionáveis com o registo clínico, isto é, os sistemas da área administrativa, financeira, laboratorial, radiológica, entre outros;
- A infraestrutura principal, que inclui as bases de dados de toda a informação armazenada, programas de lógica para extrair conhecimento para apoio à decisão e outras fontes de informação externas das quais pode ser necessário consultar informação;
- A interface homem-computador que acessa os dados e através de regras devolve a informação;

O desenvolvimento do RCE converge, cada vez mais, para um esforço das várias partes interessadas, isto é, mesmo que a sua base de informação seja clínica, ele não é utilizado só por médicos. Há um conjunto de outros profissionais que trabalham com essa informação e por isso têm acesso ao RCE, desde o responsável pelo pagamento dos cuidados de saúde, até ao técnico que avalia o risco, a qualidade, a pesquisa, a educação e as operações de melhoria no sistema informático. [20]

Mas o grande desafio é o facto dos próprios utentes terem acesso ao seu RCE, permitindo que estes tenham um papel ativo na gestão da informação da saúde e contribuam para a prestação de cuidados de saúde. Assim, o RCE é a base para a informação da saúde da população e potencia a existência de uma rede de informação de saúde. [12,14]

Para lhe conferir esta capacidade, de formar uma rede de informação de saúde e conseguir que a informação esteja disponível em todo o mundo, surge um conceito, a *eHealth*, que implementa uma nova realidade, servindo-se da difusão da Internet. Assim como, o uso de tecnologias móveis para apoiar a realização dos objetivos na prestação de serviços de saúde em todo o mundo conduziu à *mHealth*.

2.3 *eHealth e mHealth*

Os avanços alcançados com a implementação das [Tecnologias de Informação \(TI\)](#) na área da saúde, principalmente com a introdução da Internet foram enormes. O fluxo da informação médica e a relação dos médicos com os utentes melhorou, ambos passaram a ser mais autónomos relativamente à informação que podem consultar, principalmente os utentes, que passam de um papel passivo, de meros recetores de informação, para um papel ativo em que conseguem interagir com o médico. [24, 46]

A esta utilização das TI denomina-se *eHealth*, este é um conceito que pretende representar a fusão da informática médica, da saúde pública e do meio empresarial, que comunicam através da Internet ou tecnologias relacionadas e que atuam nos serviços de saúde. [40]

No *Plano Nacional de Saúde 2011-2016* é possível encontrar uma definição mais completa do conceito *eHealth*, descrevendo-o como "todas as redes de informação e comunicação sobre saúde, disponíveis *online*, dirigidas ao público em geral, mas também aos profissionais de saúde, construídas em torno desta temática, assim como, todo o tipo de prestação de serviços, de informação, de construção de plataformas, de disponibilização de conteúdos e registo eletrónico de utentes, mas que estão disponíveis *online*, para serem consultados e utilizados por toda a população utilizadora de Internet, diretamente ou através de terceiros". Nesta definição estão incluídas as redes de informação sobre saúde, os portais de saúde, a promoção de serviços e prestação de serviços e cuidados de saúde remotos.

O termo *eHealth* é amplamente utilizado para referir-se à utilização dos [Sistemas de Informação de Saúde \(SIS\)](#) e tem estado no topo dos principais interesses nacionais, mas também mundiais, o que acontece por várias razões [19]:

- O aumento das expectativas de melhores resultados dos sistemas;
- O aumento dos financiamentos;
- O reconhecimento pelos utentes, fornecedores e financiadores das soluções que oferece para os problemas de saúde.

As grandes vantagens da *eHealth* são as inúmeras empresas que fornecem ferramentas, soluções, produtos e serviços que permitem, a esta, abranger uma enorme variedade de aplicações como a telemedicina, telecuidados, transações e serviços de informação administrativos. Assim, contribui para que utentes e profissionais de saúde partilhem decisões e informação. [19,24]

Todavia, para conseguir tais objetivos ainda há um longo percurso, pois para tornar disponíveis os meios eletrónicos, informáticos, é essencial que estes sejam fidedignos, de qualidade e seguros. Para tal é então preciso uniformizar as ferramentas informáticas, não só a nível nacional como europeu. [24,40]

Esta área é de grande interesse, mesmo para os que não estão diretamente relacionados com os SIS, basta pensar na grande quantidade de páginas *Web* sobre saúde existentes, páginas que disseminam rapidamente informação, correta e incorreta. Os dados mais recentes, resultados do estudo *Bareme Internet* da *Marktest* mostram, que em Portugal Continental, 1.3 milhões de habitantes pesquisam informações sobre saúde na Internet. [24,40,47]

Genericamente, a *eHealth* pretende contribuir para o estabelecimento de um novo modo de relacionamento entre o cidadão e os profissionais de saúde, assente na partilha das decisões e da informação. No entanto, longo e urgente é o caminho nessa direção, pois para tal ser realidade, importa disponibilizar, por meios eletrónicos fidedignos, de qualidade e seguros, informação cientificamente relevante, bem como, os registos pessoais de saúde dos cidadãos. [47,48]

De uma forma geral, pode-se dizer que permite maximizar um alargado grupo de benefícios [24]:

- Eficiência dos cuidados de saúde;
- Qualidade dos serviços prestados;
- Divulgação da produção de evidências científicas;
- Conhecimento dos cidadãos;
- Estreitamento da relação entre os profissionais de saúde e os utentes;
- Uniformização da informação disponível.

No entanto, também se colocam questões éticas sobre a privacidade no modo de interação entre os utentes e os profissionais de saúde, assim como, o que respeita aos limites da informação a disponibilizar aos cidadãos, quer sejam utentes ou não. [24]

As tecnologias móveis estão a difundir-se rapidamente, e a sua aplicação fez-se sentir também na área da saúde, surgindo um novo campo de *eHealth*, denominado de *mHealth*. A *mHealth* traduz os serviços e os processos que utilizam a comunicação de voz, através das redes telefónicas convencionais, e explica que a maioria dos países já oferecem centros de atendimento de saúde, números de telefone gratuitos e serviços de emergência, utilizando as comunicações móveis, como é o caso de Portugal. A Organização Mundial de Saúde (OMS) estudou o tipo de uso e quais os contributos que se têm feito sentir com a implementação da *mHealth*, deste estudo concluiu-se que os países da Europa são os mais ativos e os de África os menos ativos. No entanto, é menos frequente a utilização de *mHealth* em vigilância, sensibilização do público, e em sistemas de apoio à decisão, existindo nesta área muito potencial a ser desenvolvido. [49,50]

Também os *smartphones* e os *tablets* são uma tecnologia à disposição da saúde e que ainda muito pouco foi explorada, mas que apresenta um enorme potencial. Apesar de já serem algumas as aplicações disponíveis, permitindo obter informação médica, este potencial vai muito para além do acesso à Internet que estes disponibilizam.

A tecnologia tem evoluído de tal forma que há aplicações a serem desenvolvidas que permitem tirar partido da câmara, do GPS, de sensores e da integração com outros dispositivos, de forma a ser possível fazer pesquisas, comparar imagens para diagnósticos, verificar sinais vitais e até efetuar rastreios. E, também interessa mencionar, a comunicação em tempo real entre os pacientes e os prestadores de cuidados de saúde, através de dispositivos móveis, ideais para situações em condições extremas e que necessitem de respostas rápidas e eficientes. As vantagens abrangem tanto utentes como os profissionais de saúde, pois estes últimos passam a ter os Registo Clínico Eletrónico (RCE) a um fácil alcance, daí o reconhecimento desta área, quer pela Organização Mundial de Saúde (OMS), como pelas Nações Unidas, explicando o facto de *mHealth* estar nos planos estratégicos traçados para a promoção da saúde a nível mundial. [49,50]

A comunidade dedicada aos **Sistemas de Informação de Saúde (SIS)** já tem alcançado muitos feitos, mas a tecnologia está em constante avanço, o que também é visível na área da saúde, onde os dispositivos móveis estão a tornar-se a mais recente aposta, pela acessibilidade e eficiência que garantem.

2.4 Conclusão

Os **Sistemas de Informação de Saúde (SIS)** em Portugal têm evoluído em vários setores, no entanto, há um conjunto de estratégias que precisam ainda ser implementadas para os potenciar. A garantia da interoperabilidade e da integração dos sistemas e uma maior partilha de informação, aliadas aos requisitos de otimização, segurança e privacidade dos dados, são alguns dos focos principais das estratégias em desenvolvimento.

Como estão identificadas as grandes falhas dos **SIS**, é mais fácil delinear o melhor percurso para a sua resolução, no entanto, é importante abordar a interoperabilidade dos sistemas até ao nível que assegura a interoperabilidade semântica. A complexidade dos procedimentos, da informação e dos sistemas atuais, agravados pela não uniformização e redundância da informação nas diferentes entidades da saúde, uma vez que as soluções existentes são à medida das necessidades individuais, e a não existência de uma estrutura comum, em todas as instituições, revela a necessidade do estudo da interoperabilidade.

Ainda que tenha sido possível compreender conceitos importantes sobre a forma como a informação em saúde é tratada, há muitos outros conceitos e tecnologias a abordar, uma vez que com a evolução dos sistemas vão surgindo novas preocupações que envolvem a integração e interoperabilidade dos serviços. Assim, apesar de alguns profissionais de saúde apresentarem apreensão, quanto à utilização dos **SIS**, devem cada vez mais aliar-se a profissionais de informática e trabalhar em parceria para desenvolver tecnologias fáceis e seguras para melhorar a qualidade dos cuidados médicos.

No entanto, foi possível concluir que a maioria das organizações estão ocupadas a desenvolver sistemas de informação *eHealth* e *mHealth* para gerir e disponibilizar informação, quer no agendamento e faturação, como para conseguir controlar os dispositivos de risco de vida e de apoio à tomada de decisão.

São com certeza áreas que merecem atenção e desenvolvimento, pois estão diretamente relacionadas com a qualidade na prestação de cuidados médicos, contudo há outros desafios que devem ser enfrentados e que têm a ver com a complexidade global dos cuidados de saúde, como o acesso e a falta de interoperabilidade entre os SIS, pois assegurando estas características todo o sistema funcionará melhor, para que sejam implementadas novas funcionalidades com eficiência. Na área da saúde, este é um percurso mais conturbado de seguir, uma vez que estamos a abordar informações com muitas questões técnicas e diretamente relacionadas com questões jurídicas, no que toca à privacidade das mesmas.

Assim, identifica-se a interoperabilidade em *eHealth* e *mHealth* como essencial, mas que implica que sejam tomadas precauções extra. Por exemplo, o RCE, que se foca na melhoria da qualidade dos serviços prestados na saúde, mas que para ser eficiente deve assegurar a escalabilidade, a flexibilidade, a portabilidade e a segurança, numa plataforma com alto nível de interoperabilidade em ambiente hospitalar, para que com informação tão complexa não haja risco de mau registo, o que pode influenciar um diagnóstico errado do utente. É então crucial entender e distinguir os conceitos de interoperação e integração, assim como os métodos para as alcançar e serem implementados ou melhorados.

Capítulo 3

Interoperabilidade em eHealth

Este capítulo aborda a Interoperabilidade nos sistemas de *eHealth*, aprofundando o conceito de interoperabilidade semântica e extrapolando a importância nos [Sistemas de Informação de Saúde \(SIS\)](#).

Nesta sequência, algumas terminologias e ontologias são alvo de estudo e comparação, dando uma visão aprofundada dos elementos existentes para assegurar a comunicação e segurança da informação médica e a forma como estas contribuem para a integração e interoperabilidade de sistemas em meio hospitalar. Por fim, a plataforma para a interoperabilidade, [AIDA](#), é descrita e são apontadas as ações nas instituições de saúde onde já está integrada.

3.1 Introdução

A crescente evolução dos [Sistemas de Informação de Saúde \(SIS\)](#) tem conduzido ao aumento da complexidade e à enorme variedade e oferta de sistemas de informação, estando no topo das preocupações de *eHealth* criar a estrutura tecnológica ideal, que permita a interação entre todos os sistemas hospitalares, para que haja um melhor desempenho global de todos os sistemas. [51,52]

Os [SIS](#), principalmente o [Registo Clínico Eletrónico \(RCE\)](#), devem conter informações atualizadas, precisas, com uma linguagem que possa ser corretamente compreendida por qualquer profissional de saúde e acessível em qualquer local. É esta a preocupação da Comissão Europeia, que há mais de 20 anos possui uma unidade de estudo das *eHealth* para o desenvolvimento, a implementação e a integração do [RCE](#), mais concretamente o estudo da

interoperabilidade de sistemas. O objetivo da integração é o de adquirir e compilar informação de diferentes sistemas, enquanto que a interoperação foca-se na comunicação contínua e troca de informação entre os diferentes sistemas implementados, ambas com intuito de potenciar as funcionalidades dos sistemas de informação. [4, 40, 52]

Estas são também preocupações do Serviço Nacional de Saúde (SNS), pelo que o modelo por este seguido tem em consideração uma estrutura de funcionamento com interoperabilidade. [18, 33]

A interoperabilidade pode ser descrita de forma simplificada como a capacidade de sistemas independentes comunicarem, de forma a que sejam executadas ações em vários sistemas, operando num objetivo comum. [40, 53, 54]

Nos sistemas de *eHealth*, esta permite que os diversos serviços de saúde comuniquem e que a informação sobre os utentes seja partilhada entre os profissionais de saúde sempre que necessário, tanto a nível local, como mundial, o que significa benefícios imediatos, quer para utentes, como para os prestadores de cuidados de saúde, pois ao conseguirem acesso a mais informação a qualidade nos cuidados prestados aumenta, quer por conhecimento do historial clínico dos utentes, como o acesso a estudos de investigação médica, partilhada entre profissionais de saúde. [4, 53, 55]

Os esforços que têm vindo a ser desenvolvidos no sentido da interoperabilidade de sistemas *eHealth* não trazem só benefícios nos cuidados prestados aos utentes. Estudos efetuados nos Estados Unidos da América (EUA) mostraram que a implementação de um sistema a nível nacional traria benefícios líquidos em mais de 75 biliões de dólares por ano. [19]

Promover a interoperabilidade em sistemas *eHealth* é a atual frente de investigação a ser desenvolvida, daí estarem a ser discutidas várias soluções e pesquisas para implementações nacionais e internacionais, uma vez que os benefícios são muitos: melhor prestação de cuidados médicos, mais segurança para o utente, divulgação de boas práticas, integração da educação e cuidados médicos, colaboração a nível local, regional, nacional e internacional, disponibilização de informação segura aos cidadãos, tornando-os mais conhecedores. [4, 19]

Assim, em 2008, com o objetivo de desenvolver a interoperabilidade dos sistemas de *eHealth* na Europa, foi lançada pela Comissão Europeia uma "Recomendação relativa à interoperabilidade transfronteiriça dos sistemas de registos clínicos eletrónicos" a cumprir até final de 2015. Das várias preocupações da recomendação destacam-se as seguintes [33]:

- Interoperabilidade dos sistemas de RCE;
- Certificação dos sistemas de RCE;
- Proteção dos dados pessoais;
- Monitorização e Avaliação.

As preocupações destacadas estão relacionadas entre si, e só tendo em consideração todas é que é possível alcançar a interoperabilidade do RCE e, conseqüentemente, a adoção generalizada no setor da saúde. O principal objetivo deve ser centrado no utente, para que recebam os melhores cuidados de saúde, garantindo que todas as informações necessárias ao apoio na tomada de decisões clínicas estejam disponíveis aos profissionais de saúde. Para que tal seja conseguido, é necessária a uniformização dos conceitos utilizados no RCE, assegurando que estes sejam corretamente interpretados, o que implica a utilização de nomenclaturas e classificações internacionalmente aceites para que a normalização dos conteúdos seja possível.

A este tipo de interoperabilidade denomina-se de interoperabilidade semântica, mas a Comissão Europeia, para poder identificar o trabalho que já estava a ser efetuado e o que pretendia para o futuro, distinguiu a interoperabilidade em 4 níveis distintos, como é possível observar na Tabela 3.1 [4]:

Tabela 3.1: Quatro níveis de Interoperabilidade segundo a Comissão Europeia (adaptado de [4])

Nível 0	Sem qualquer tipo de interoperabilidade
Nível 1	Interoperabilidade técnica e sintática
Nível 2	Interoperabilidade semântica parcial
Nível 3	Interoperabilidade semântica completa

No nível 0 a interoperabilidade é nula, pelo que a comunicação da informação entre os prestadores de cuidados é através de *email*, fax ou telefone, por exemplo. No nível 1 há interoperabilidade técnica e sintática, isto significa que há troca de dados através de sistemas de informação não uniformizados e com estruturas fixas de informação, respetivamente. Este caso refere-se, por exemplo, a documentos digitalizados ou no formato PDF. Ou seja, há comunicação dentro dos sistemas do hospital, e até com outros hospitais, podendo aceder ao RCE de utentes de outros países, no entanto estes não estão normalizados e os termos não estão numa terminologia comum, o que pode complicar o entendimento por parte dos prestadores de cuidados médicos.

O nível seguinte já assume que há alguma interoperabilidade, pois são utilizados mecanismos de troca de informação com mensagens estruturadas, mas que requerem interfaces para traduzir alguns dados, o que pode resultar numa interpretação insuficiente ou até mesmo errada da informação. Por fim, o nível 3 diz respeito à interoperabilidade semântica ideal, em que há troca de informação através de mensagens estruturadas e com dados uniformizados, isto é, devidamente normalizados e codificados. E concebe a ideia do sistema, automaticamente, fazer a interpretação de toda a informação necessária sobre um utente para o prestador de cuidados de saúde, para além de que neste nível é possível garantir privacidade dos dados, deixando-os disponíveis para pesquisas científicas e recolhas de dados sobre o estado da saúde pública local e mundial. [4,21]

Sem dúvida que conseguir a interoperabilidade semântica do RCE é dos maiores desafios atualmente colocados nos sistemas de saúde, pois procura-se a interoperabilidade a nível, regional, nacional, mas também a nível internacional, uma meta que ainda se prevê a alguns anos de ser atingida. Mas que corroboram a importância de abordar este tema e perceber a situação atual dos sistemas portugueses e quais os objetivos que faltam cumprir e a quais nos podemos ainda propor para melhorar a qualidade e a segurança da assistência aos utentes, da saúde pública, da investigação clínica e de gestão de serviços de saúde.

3.2 Interoperabilidade Semântica

A possibilidade dos profissionais de saúde terem acesso completo ao [Registro Clínico Eletrónico \(RCE\)](#) dos utentes, independentemente da instituição de saúde onde foram anteriormente atendidos, é uma das grandes motivações para a todo o esforço desenvolvido para conseguir a interoperabilidade semântica nos sistemas de *eHealth*. [4,6,56]

A [Healthcare Information and Management Systems Society \(HIMSS\)](#) definiu Interoperabilidade "como uma medida em que sistemas e dispositivos podem trocar dados e interpretar esses dados partilhados. Dois sistemas só são interoperáveis, se forem capazes de trocar dados e, posteriormente, apresentar esses mesmos dados de forma a serem compreendidos pelo utilizador." [57]

A capacidade de garantir esta interoperabilidade dos [Sistemas de Informação de Saúde \(SIS\)](#) pode ser distinguida em interoperabilidade técnica e interoperabilidade semântica. A interoperabilidade técnica desenvolve os padrões de comunicação, de transporte e de armazenamento, como o [HL7](#), essencialmente refere-se à integração entre aplicações, sendo o pretendido quando se trata de definir a arquitetura para o [RCE](#). [58]

A interoperabilidade semântica requer terminologias clínicas, como [Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms \(SNOMED CT\)](#), permitindo a comunicação entre sistemas com diferentes "linguagens", a fim de permitir a troca de dados entre dois, ou mais sistemas, ou redes de cuidados de saúde, independentemente das instituições que geram os dados, sendo também capaz de suportar a tomada de decisão clínica. [21,22,44]

Assim, para conseguir interoperabilidade semântica do [RCE](#) é necessário abordar questões sobre as formas de facilitar a codificação, a transmissão e a utilização do conhecimento através dos [SIS](#), dos prestadores, dos utentes, das autoridades, da investigação e da formação. Não esquecendo a geografia a atingir: hospitais ou redes hospitalares, regionais, nacionais e internacionais. E também o facto de a informação poder ser transferida individualmente, isto é, o [RCE](#) de cada utente, ou agregar a informação de vários utentes, dependendo do objetivo. [4,33]

São muitas as questões, o que explica a complexidade na criação de uma plataforma de comunicação eficiente, pois as unidades hospitalares são compostas por sistemas heterogêneos, que falam "linguagens" diferentes e são personalizados por diferentes utilizadores, dependendo das funcionalidades. [44]

De uma forma geral, um RCE interoperável vai permitir cuidados de saúde mais eficazes e eficientes, pois este recurso facilita todo o processo de recuperação e processamento de informações de locais geograficamente distantes. A transferência automática da informação dos utentes vai acelerar o atendimento nos serviços de saúde e reduz a duplicação de dados, como resultados laboratoriais e prescrições. Assim, todos saem beneficiados: os utentes, os prestadores de cuidados de saúde, os investigadores e os gestores das unidades de saúde. [4,21]

3.3 Nomenclaturas e Ontologias

A interoperabilidade só é possível se existir consenso quanto aos conceitos e significados clínicos, e este consenso acontece na forma de nomenclaturas e ontologias, e são elas que asseguram a comunicação entre máquinas, mas também o entendimento entre utilizadores. [44,59]

Razão pela qual existem vários tipos de padrões de comunicação, apelidados muitas vezes como sinónimos: nomenclaturas, ontologias, classificações e terminologias, mas que apresentam diferenças [4,60]:

- **Nomenclatura:** é um conceito que representa um sistema de nomes e as regras ou relações que originam a formação desses nomes médicos;
- **Ontologia:** é um modelo simbólico que representa a parte lógica dos conceitos médicos, sendo por isso normalmente implementada com linguagens lógicas como **Web Ontology Language (OWL)**, isto é, são teorias que resultam em formulações precisas, baseadas em lógica que tentam retratar a realidade de forma independente da linguagem humana, tanto quanto possível;
- **Classificação:** é um sistema organizado em classes com uma finalidade definida que atribui um determinado código a um termo ou expressão;

- **Terminologia:** é um conjunto de termos que representam o sistema de conceitos de uma área particular, engloba um vocabulário controlado de termos médicos e um sistema de identificadores.

Mas a diversidade de padrões de comunicação não se fica pelos conceitos definidos, o conteúdo também é diferente, uma vez que a informação tem que estar disponível de forma ubíqua, tanto nos sistemas informáticos como para os prestadores de cuidados de saúde, isto é, médicos e enfermeiros. Por estas razões toda a informação que é trocada deve ser normalizada, para que se consiga uma estrutura comum e interpretações iguais dos mesmos dados. Assim, usam-se diferentes normas, consoante o fim a que se destinam, existindo 3 categorias de normas [8]:

- Normas de representação de informação clínica, como por exemplo o [SNOMED CT](#);
- Normas de comunicação, como por exemplo o [HL7](#);
- Normas de imagem, como por exemplo a [DICOM](#).

Na área da saúde, têm sido feitos imensos esforços para a criação de normas que permitam cumprir o nível de interoperabilidade necessário, das normas existentes há algumas que se destacam, como a terminologia de representação [Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms \(SNOMED CT\)](#), a norma de comunicação [Health Level Seven \(HL7\)](#), a norma de imagem [Digital Imaging and Communications in Medicine \(DICOM\)](#) e ainda as ontologias para informações clínicas e registos do utente oferecidas pelo [openEHR](#). [8,61]

3.3.1 SNOMED CT

O [Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms \(SNOMED CT\)](#) é propriedade da [International Health Terminology Standards Development Organisation \(IHTSDO\)](#), uma associação sem fins lucrativos com 27 países membros, sendo Portugal dos mais recentes membros (Janeiro de 2014). [18]

O **SNOMED CT** é um sistema de nomenclatura internacional, semanticamente rico e cientificamente validado. Este inclui conceitos que representam uma grande variedade de informação que precisa ser incluída no **Registo Clínico Eletrónico (RCE)**, para além de conceitos, também inclui procedimentos e descobertas clínicas. [18,62]

A estrutura lógica na qual o **SNOMED CT** foi criado permite que a informação seja tratada de formas diferentes, isto é, dependendo do conteúdo pode haver mais ou menos precisão. O que permite aos prestadores de cuidados de saúde fazer a distinção quanto à especialidade a que se remete, assim como à fase de tratamento em que se encontra o paciente. O **SNOMED CT** apresenta relações semânticas lógicas entre os conceitos, e é a partir desta propriedade que se pode alcançar uma vasta área de utilizações: apoio à decisão, auditoria, epidemiologia, pesquisa, gestão de serviços, faturação e relatórios legais. [18,23]

Uma das maiores utilidades do **SNOMED CT** é o facto de poder ser integrado em aplicações de *software* e ser usado para representar informação de forma segura para que esta possa ser incluída no **RCE**. Esta capacidade de representar informação essencial no **RCE** serve ainda para que a mesma possa ser utilizada em comum com outras normas internacionais, como por exemplo **International Classification of Diseases (ICD)**. [62]

3.3.2 ICD

A **International Classification of Diseases (ICD)** é uma norma de representação para doenças com principal uso no **Registo Clínico Eletrónico (RCE)** e nas certidões de óbito. O facto de ser usada neste tipo de registos permite inferir muitas informações importantes para a avaliação do estado da saúde pública, pois possibilita a elaboração de estatísticas que permitem monitorizar a incidência e a prevalência de doenças em grupos populacionais, como a mortalidade e a morbilidade nacionais pelos Estados-Membros que compõem a **Organização Mundial de Saúde (OMS)**.

Desta forma, a sua importância faz-se sentir não só em fins clínicos, como também na avaliação da qualidade e epidemiologia. [63]

3.3.3 HL7

A *Health Level Seven* (HL7) é uma organização sem fins lucrativos criada para solucionar a forma de comunicação entre sistemas, do qual resultou o protocolo HL7 que especifica um conjunto de padrões de mensagens para que diferentes aplicações informáticas heterogêneas troquem informação. [39,64]

A HL7 disponibiliza uma *framework* que permite a comunicação, a integração, a distribuição e a recuperação de informações eletrônicas de saúde. O protocolo de comunicação HL7 é o mais utilizado devido ao apoio à prática clínica e a gestão, a entrega e a avaliação dos serviços de saúde e, principalmente, devido ao facto de concentrar todos os requisitos de interface da organização de saúde. [59,64]

Desde a sua criação, que o foco da organização HL7 sempre foram os requisitos de interface de grandes empresas de saúde, daí ao longo dos anos o protocolo ter vindo a ser aperfeiçoado para tratar os conjuntos de dados de relatórios uniformizados nos vários aspetos dos cuidados prestados aos utentes num hospital, estando neste momento disponível a terceira versão. [65,66]

A evolução das versões do HL7 não serviu só para corrigir erros das versões anteriores, mas principalmente para solucionar questões de segurança, que é a maior preocupação do projeto. [31,39,64]

A versão mais recente disponível surge com o intuito de incorporar interoperabilidade semântica, especificando o conteúdo da informação que as mensagens devem ter e, assim, assegurar que as mensagens sejam usadas de forma consistente. [64,67]

A HL7 melhora a prestação de cuidados, melhora o fluxo de trabalho, reduz a ambiguidade na informação e promove a troca de conhecimento entre os profissionais de saúde, as agências governamentais, os fornecedores e os utentes, ou seja, é um excelente promotor de interoperabilidade. [64,67]

3.3.4 DICOM

A norma *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM) é a mais utilizada como reguladora da comunicação de imagens médicas, podendo afirmar-se, com toda a certeza, que atualmente há milhares de milhões de imagens com o formato DICOM em uso clínico. [68]

A **DICOM** é usada como formato de imagem, com o objetivo de armazenar e de estabelecer comunicação de forma normalizada das imagens que os aparelhos de diagnóstico médico geram durante os exames clínicos, para que posteriormente, se faça o processamento em plataformas, tanto de *hardware*, como de *software*. Está implementada em quase todas as imagens de radiologia, de cardiologia e em dispositivos de radioterapia (Raio-X, Tomografia Computorizada, Ressonância Magnética e Ultrassom), mas também, cada vez mais, em dispositivos de outras áreas médicas, como a oftalmologia e a odontologia. [69]

Revolucionou a prática da radiologia, permitindo a substituição de Raio-X para um formato totalmente digital. Podendo então fazer-se uma analogia sobre a forma como a Internet se tornou a plataforma para aplicações de informações e novas formas de consumo, a **DICOM** permitiu a criação de aplicações avançadas de imagiologia.

Contudo, a transmissão de imagens acarreta um sistema de armazenamento e de comunicação de imagens, de forma a que estas estejam sempre disponíveis em qualquer ponto da unidade hospitalar. Este é um serviço assegurado pelo **Picture Archive and Communication System (PACS)**, que é caracterizado por quatro subsistemas: aquisição, exibição, disponibilização e armazenamento de imagens em formato **DICOM**.

O **Picture Archive and Communication System (PACS)** é utilizado diretamente com a **DICOM** para o envio de imagens para a base de dados, efetuar *queries* e aceder às imagens que se encontram armazenadas.

As vantagens na utilização desta norma vão para além da interoperabilidade nas imagens médicas, pois a sua estrutura orientada a objetos permite uma fácil manutenção e o desenvolvimento de aplicações. [68]

3.3.5 openEHR

A Fundação **openEHR** é uma instituição para a interoperabilidade em *eHealth*, com principal foco nos sistemas de **Registo Clínico Eletrónico (RCE)**. O **openEHR** possui a tecnologia ideal para a validação semântica do **RCE**, no entanto a sua implementação em contexto real pode apresentar muita complexidade, devido à antiguidade dos sistemas atualmente implementados em instituições hospitalares. [56, 70]

No entanto, não se restringe à interoperabilidade do RCE, está associado ao desenvolvimento de *guidelines*, utilizando arquétipos computadorizados para conceitos clínicos e modelos que relacionam arquétipos a uma tarefa clínica particular, por exemplo, na representação de dados da *guideline* de quimioterapia com regras associadas para facilitar a integração com o RCE. [71]

Para a criação de todas estas ferramentas o openEHR disponibiliza especificações para definir modelos de referência para informação clínica, uma linguagem para a construção destes modelos clínicos e uma linguagem de consulta. A arquitetura deste permite o uso de terminologias médicas como o SNOMED CT e ICD. [70]

Assim, a utilização openEHR permite criar funcionalidades para o apoio à tomada de decisão e pesquisa.

3.4 AIDA

A área da saúde procura novas metodologias para a resolução de problemas e a representação do conhecimento, com modelos computacionais, tecnologias e ferramentas, que permitam alcançar um ambiente inteligente com práticas de computação ubíqua. Para tal, foi criada a Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Clínica (AIDA), que parte de um processo de integração de diferentes fontes de informação, utilizando protocolos muito diferentes. [8, 10]

A AIDA é uma plataforma baseada num Sistema de Multi-Agentes (MAS), criada para superar as dificuldades em garantir a uniformidade nos sistemas clínicos, bem como a complexidade médica e administrativa das diferentes fontes de informação hospitalar. [1, 5]

A AIDA foi criada por um grupo de investigadores da Universidade do Minho, o grupo de Inteligência Artificial, e está atualmente instalada em alguns dos principais hospitais portugueses, Centro Hospitalar do Porto, Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa, Centro Hospitalar do Alto Ave (CHAA) e Unidade local de Saúde do Norte Alentejano.

Esta plataforma usa diferentes recursos de integração, nomeadamente as tecnologias *Arquitetura Orientada a Serviços (SOA)* e *Sistema de Multi-Agentes (MAS)*, na implementação da interoperabilidade em ambiente distribuído. Assim, trata-se de uma plataforma eletrónica e inteligente, característica pela qual os agentes são os responsáveis, e com acesso a bases de dados clínicas e históricos médicos. [8, 72, 73]

Esta apresenta um comportamento ativo em todas as suas funcionalidades: comunicação entre sistemas heterogéneos, armazenamento e gestão de informações hospitalares, resposta às solicitações, envio e receção de informações de fontes hospitalares, como laboratórios, relatórios médicos, imagens, receitas, entre outros. [5, 10]

A *AIDA* também suporta serviços baseados na *Web*, para facilitar o acesso direto aos serviços de informação e de comunicação estabelecidos por terceiros. Mas o objetivo principal é integrar, difundir e arquivar grandes conjuntos de informações de fontes heterogéneas, isto é, diferentes departamentos, serviços, unidades, computadores, equipamentos médicos. [1, 8, 20]

Assim, a *AIDA* permite a interoperabilidade entre os subsistemas do hospital e assume um papel central, como evidenciado na Figura 3.1.



Figura 3.1: O papel central desempenhado pela AIDA (adaptado de [1, 5]).

- **Sistemas de Informação Administrativa (AIS)**, pretende representar, gerir e armazenar as informações administrativas durante o episódio médico de determinado utente durante todo o tratamento, como é o caso do **Sistema Integrado de Informação Hospitalar (SONHO)**;
- **Sistemas de Informação Médica (MIS)**, pretende representar, gerir e armazenar a informação clínica durante o episódio, como **Sistema de Apoio ao Médico (SAM)**;
- **Sistemas de Informação de Enfermagem (NIS)**, pretende representar, gerir e armazenar as informações de enfermagem durante o episódio, como o **Sistema de Apoio à Prática de Enfermagem (SAPE)**;
- **Processo Clínico Eletrónico (PCE)**;
- **Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica (MCDT)**, inclui os **Sistemas de Informação dos Departamentos e Serviços (DIS)**, os **Sistema de Informação Laboratorial (LIS)** e os **Sistema de Informação de Radiologia (RIS)**.

A principal meta da **AIDA** em *front-office* são os registos de exames médico, e na Tabela 3.2 é possível constatar todas as tarefas que ocorrem durante o processo de exame médico, assim como expõe o profissional de saúde responsável por cada tarefa. A **AIDA** abrange todas estas tarefas para a execução de um exame médico. Além disso, a plataforma ainda permite o envio de mensagens via telefone ou email.

Tabela 3.2: Processo de execução do exame médico (adaptado de [74])

Tarefa	Profissional Clínico
Solicitação de exame médico	Médico solicitador do exame
Confirmação de exame	Médico responsável pelo exame
Agendamento de exame	Pessoal Administrativo
Receção do utente	Pessoal Administrativo
Execução do exame	Enfermeiro ou Técnico Clínico
Execução de relatório	Médico responsável pelo exame
Avaliação dos resultados	Médico solicitador do exame

O acesso por parte dos utilizadores autorizados à **AIDA** é fácil, permitindo que a reunião, distribuição e armazenamento da informação clínica possa ser efetuada em qualquer lugar do hospital. Esta arquitetura só está disponível por ação dos agentes inteligentes e a cooperação entre eles, que constituem um **MAS** na comunicação, pois estes utilizam mensagens para comunicarem entre si. [5]

Os agentes da **AIDA** asseguram que a informação é partilhada com todos os subsistemas do hospital. É desta forma que os profissionais de saúde podem consultar todas as informações, através dos seus sistemas específicos de registo. No entanto, os prestadores de cuidados de saúde podem visualizar as informações na plataforma **AIDA**, mas médicos, enfermeiros e pessoal administrativo pode também encontrar a mesma informação no **MIS**, **SAM**, **NIS**, **SAPE** e no **AIS**, **SONHO**, respetivamente. [5, 8]

A plataforma para a interoperabilidade **AIDA**, para além de assegurar acessibilidade, também assegura segurança e confidencialidade da informação disponível. [1, 8]

3.4.1 AIDA-PCE

O **AIDA-PCE** é um **Registo Clínico Eletrónico (RCE)** criado pelos mesmos investigadores da plataforma **Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Clínica (AIDA)**. A informação clínica é complexa e composta por vários tipos de dados: anotações, procedimentos terapêuticos e diagnósticos, por isso, deve ser registada para a resolução de problemas específicos. Assim, a solução encontrada consiste na criação de uma lista de problemas organizados numa estrutura de árvore, onde cada novo problema deriva do ramo principal. [75, 76]

Estes mesmos problemas podem ser classificados como ativos ou inativos, onde os problemas ativos correspondem a doenças ainda não tratadas, ou quando é necessária uma intervenção imediatamente. Por outro lado, os problemas inativos não necessitam de medidas urgentes. [9, 77]

O **RCE** é monitorizado e registado diariamente através de uma *framework* que contém os sintomas do utente, a observação de um médico, uma análise de diagnóstico e um plano de tratamento. [1, 75]

A implementação do AIDA-PCE segue um conjunto de requisitos que devem ser considerados, a fim de ser benéfico quer para o trabalho dos prestadores de cuidados de saúde como para a saúde do utente. A estrutura deste RCE permite uma integração perfeita com os Sistemas de Informação de Saúde (SIS) já existentes, promovendo a ubiquidade dos registos entre diferentes especialidades e serviços.

Como padrões de comunicação, o AIDA-PCE utiliza o Health Level Seven (HL7) como um protocolo para troca de mensagens e arquiteturas Web e Arquitetura Orientada a Serviços (SOA). [8, 73]

A ubiquidade do AIDA-PCE permite o acesso a mecanismos de monitorização de sistemas de alarme e de apoio à decisão, com informação uniformizada disponível para ser incluída nos registos e nos documentos com fins específicos. [1, 75]

Nos hospitais onde foram instalados a AIDA e o AIDA-PCE, foi feito um investimento substancial para garantir a disponibilidade, a fiabilidade e a escalabilidade do sistema. No entanto, em algumas situações, os utilizadores podem não ter acesso ao sistema, devido a problemas de rede, de comunicações, de eletricidade e desastres locais. [1, 75]

3.5 Conclusão

A interoperabilidade pode ser uma característica complexa de alcançar, mas várias instituições têm desenvolvido estratégias para a sua obtenção. Ainda que a longo prazo e com a necessidade de cooperação de vários intervenientes, a importância da interoperabilidade para os sistemas de *eHealth* é enorme, para que seja assegurada troca de informações consistentes e para que haja confidencialidade das informações.

Em Portugal, estão a ser desenvolvidos vários esforços para a interoperabilidade dos sistemas de *eHealth*, existindo já uma estratégia em prática, no entanto, há ainda muito a ser desenvolvido para acompanhar os desenvolvimentos internacionais, pois existe muita redundância e falta de consistência na informação.

É então, necessário garantir a interação de terminologias, ontologias, bases de conhecimento e modelos de informação com interfaces bem definidas para potenciar uma maior interoperabilidade nos sistemas nacionais, quer internamente como internacionalmente.

A plataforma [AIDA](#) tem, até agora, demonstrado ser uma ferramenta útil para a interoperabilidade nas unidades de saúde e também no processo de distribuição e transformação de informação, culminando na extração de conhecimento.

Concluindo, é necessário elevar o nível de interoperabilidade já existente para a interoperabilidade semântica ideal, principalmente nos sistemas de [RCE](#), por estes serem muito heterogéneos. Pois, com a interoperabilidade semântica é possível otimizar a segurança para o utente, a divulgação de boas práticas clínicas, a integração na educação e cuidados médicos, a colaboração a nível local, regional, nacional e internacional e a disponibilização de informação aos cidadãos, ou seja, melhora a eficácia e reduz os riscos da prática clínica.

Capítulo 4

Metodologia de Investigação

O Capítulo 4 inicia com uma breve descrição da metodologia de investigação adotada, sendo, neste contexto, apresentadas as várias sugestões de desenvolvimento e implementação de uma plataforma de interoperabilidade semântica nos [Sistemas de Informação de Saúde \(SIS\)](#). Nomeadamente, a especialidade médica de Anatomia Patológica, a nomenclatura [Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms \(SNOMED CT\)](#) e o mapeamento desta com [International Classification of Diseases \(ICD\)](#), o modelo de ontologias [openEHR](#) e as tecnologias [Arquitetura Orientada a Serviços \(SOA\)](#) e [Sistema de Multi-Agentes \(MAS\)](#).

4.1 Introdução

A interoperabilidade dos [Sistemas de Informação de Saúde \(SIS\)](#) tem sido apontada como o maior objetivo entre todos os intervenientes na área da saúde. A interoperabilidade semântica é apresentada como a forma de melhorar a qualidade dos [Registo Clínico Eletrónico \(RCE\)](#), resultando em maior qualidade da prática clínica e segurança dos utentes.

Apesar dos esforços dos médicos para prestação de serviços de alta qualidade, o aumento de utentes para os serviços hospitalares aliados ao grande número de procedimentos clínicos, levam à ocorrência de erros médicos, devido à perda de informações importantes e falhas nos padrões de boas práticas.

Assim, adotar ferramentas de apoio à decisão para melhorar a qualidade de saúde depende do uso de termos e conceitos padrão nos RCE, onde a uniformização dos dados envolve o uso de terminologias, incluindo classificações e nomenclaturas.

Com o uso de normas, garante-se uma melhor comunicação entre profissionais de saúde e a interoperabilidade entre sistemas, permitindo alguma automatização do RCE. [40,53,54]

O RCE permite aos médicos ter o histórico clínico dos utentes ao alcance de um "clique", no entanto a comunicação com os laboratórios, por exemplo, ainda não é um procedimento totalmente automatizado e onde podem ocorrer erros, alguns até fatais, se a informação não for transmitida de forma clara. Por isso, no RCE deve constar, de forma inequívoca, os resultados laboratoriais, pois o recurso a uma segunda opinião médica é uma constante o que realça ainda mais a importância de uma comunicação segura do ponto de vista do conteúdo médico de um diagnóstico ou tratamento. [42,43]

Para melhorar a saúde global é necessário planejar e estudar os recursos existentes, o que se traduz em discussões e comparações obrigatórias de terminologias médicas e ontologias, assim como, avaliar objetivamente o estado atual dos sistemas e antecipar o seu impacto no cenário da informática em saúde, na atualidade e nas próximas décadas.

Como tal, e seguindo a metodologia de investigação *Design Science Research*, estudaram-se várias ferramentas, tecnologias e terminologias ao dispor para desenvolver uma plataforma de *eHealth* e *mHealth* que permita a melhor uniformização do RCE. Por esta razão, são a seguir discutidas várias abordagens possíveis e apresentadas as vantagens e desvantagens da sua utilização, o que justifica as decisões tomadas.

4.2 *Design Research*

A metodologia de investigação - *Design Research* - é considerada fundamental para a conceção estratégica e desenvolvimento de produtos, serviços e sistemas, que respondem às necessidades humanas. Compreender e atender as necessidades humanas é fundamental para a melhoria das condições de vida, principalmente em setores como a prestação de serviços de saúde.

Todavia, a *Design Research* tem sido ignorada por muitas instituições, limitando o processo de pesquisa, apesar da sua utilidade na recolha de dados críticos para a execução dos programas.

Esta metodologia de investigação ao contrário de outras, como a pesquisa de mercado, tem bem definido a sua área de ação para alcançar o sucesso: as necessidades humanas. Assim, identificar e satisfazer essas necessidades é a certeza do sucesso. [78]

Não há necessidade humana maior do que a saúde, daí a adequação desta metodologia de investigação a este projeto que visa melhorar a prestação de cuidados de saúde.

A *Design Science Research* é a vertente da metodologia direcionada para o desenvolvimento de **Sistemas de Informação (SI)**, e proporciona um conjunto de técnicas e perspetivas para a realização de pesquisa em ciência. A pesquisa em projetos científicos envolve a conceção de aplicações novas ou inovadoras, análise da sua utilização e o seu desempenho de forma a melhorar os SI. [79]

Muitas vezes, sem terem conhecimento, cientistas têm feito uso desta metodologia, principalmente no desenvolvimento de *software*, porque para além de desenvolverem novas linguagens de computadores, novas arquiteturas, novos sistemas de gestão de bases de dados, e outros, o desenvolvimento do *design* das aplicações é estudado e discutido, até se obter interfaces que satisfaçam os objetivos. [79]

O processo de *Design Research* é uma sequência de atividades que conduzem à produção de um produto inovador. No entanto, não existe consenso na definição das etapas deste processo, pois cada projeto tem as suas particularidades, mas o modelo geral segue as seguintes etapas [78, 79]:

- Conhecimento das necessidades: corresponde a uma fase em que se toma consciência do problema de interesse que pode ter várias origens, resultando numa proposta de pesquisa;
- Sugestões de desenvolvimento: considerando a proposta anteriormente feita, apresentam-se todas as possibilidades de desenvolvimento, esta fase apela à criatividade, pois para além de elementos já existentes podem sugerir-se novos, ainda que no decorrer da pesquisa sejam descartados.

- Desenvolvimento: uma tentativa de *Design* é desenvolvida e implementada, ainda que a implementação varie de acordo com a aplicação a ser criada;
- Avaliação: a aplicação desenvolvida é avaliada de acordo com os requisitos propostos na primeira etapa; desta podem resultar dois percursos: um retrocesso até às sugestões, para se poder apurar novas formas de solucionar problemas existentes, ou a continuação do projeto até à fase seguinte;
- Conclusão: esta fase pode significar a conclusão de todo o projeto ou o fim de um dos recursos do mesmo.

Seguindo esta metodologia e adequando-a às necessidades e objetivos do projeto, criou-se um próprio modelo de processo de *Design Research*, presente na Figura 4.1:

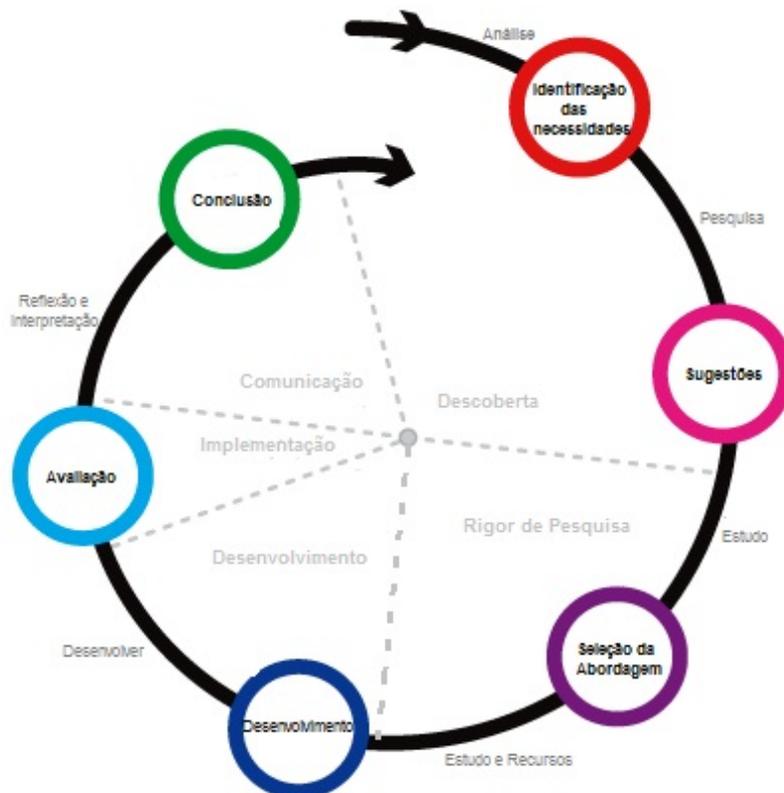


Figura 4.1: Processo de *Design Research* (adaptado de [80]).

4.3 Anatomia Patológica

As novas tecnologias e a normalização estão a mudar a forma como os profissionais de saúde comunicam e utilizam os dados dos utentes. Na área da Anatomia Patológica isso é bem visível, pois os esforços para o aumento da qualidade nos laboratórios de Anatomia Patológica estão limitados, quer pela natureza da informação, como pelo fluxo de trabalho e acesso a dados armazenados em outros sistemas de informação. [81,82]

No Centro Hospitalar do Alto Ave (CHAA), o serviço de Anatomia Patológica possui necessidade de uniformização na informação dos relatórios. Neste serviço já existe codificação, mas apenas para os exames a realizar, não existe qualquer tipo de uniformização quanto aos termos das peças anatómicas, a morfologia e topografia das mesmas. Está assim identificada a necessidade que corresponde à primeira fase da metodologia de investigação, *Design Science Research*.

A Anatomia Patológica tem sido tradicionalmente voltada para o reconhecimento das características morfológicas de uma lesão, tanto macroscópica como microscopicamente, e, por sua vez, guiar o médico até um diagnóstico clínico. O médico patologista é, então, o principal responsável pela assimilação de resultados, que vão desde a morfologia da patologia molecular, à apresentação, de forma coerente e relevante, a informação e disponibilizá-la aos médicos de outras especialidades para formularem planos de tratamento. [83,84]

Além de fornecer um diagnóstico anatómico, os serviços de patologia têm um impacto significativo sobre a prestação de cuidados médicos, como o tempo de resposta de diagnóstico que causa impacto em muitas especialidades médicas. Por isso, patologistas devem estabelecer relações estreitas de colaboração com todos os médicos e assim criar oportunidades para melhorar a prestação de cuidados de saúde. [82]

Os Sistemas de Informação do Laboratório de Anatomia Patológica (APLIS) são produtos em que os fornecedores têm mostrado pouco interesse em garantir interoperabilidade, mesmo entre produtos vendidos e suportados pelo mesmo fornecedor. Desta forma, a qualidade dos registos de patologia, e até de todas as áreas da medicina em geral, está sujeita a limitações rígidas destes sistemas, quer na extração de dados para fora desses sistemas, como na manipulação e análise dos mesmos, o que dificulta o fluxo de trabalho.

Embora, a maioria dos dados esteja armazenada em bases de dados no próprio APLIS, é sempre necessário extrair informação sobre dados específicos, e a falta de interoperabilidade com outros sistemas leva a atrasos no transporte da amostra até ao laboratório, na análise e testes da amostra e na apresentação de um resultado. Assim, é reconhecida a necessidade de sistemas de informação de laboratório integradas com o [Registo Clínico Eletrónico \(RCE\)](#), de forma a associar corretamente os resultados com a identificação do utente. [81]

Assegurar a interoperabilidade nos sistemas traz vantagens relevantes na Anatomia Patológica [81]:

- Tempo de resposta reduzido;
- Etapas manuais reduzidas, incluindo a transcrição;
- Redução da ambiguidade;
- Maior conformidade em testes laboratoriais e *guidelines*;
- Melhor adequação na solicitação de exames;
- Atualização direta da informação clínica do utente no [RCE](#).

A abordagem feita sobre a Anatomia Patológica, para classificação das peças anatómicas e dos resultados dos exames, permitiu orientar a escolha das normas ideais para a representação de todos os termos e conceitos utilizados, conduzindo à interoperabilidade dos sistemas de informação disponíveis neste campo da medicina. Assim, são a seguir abordadas várias normas, devidamente acompanhadas da pesquisa e estudos realizados, para que se possa completar a segunda fase da metodologia de investigação e depois selecionar a abordagem a desenvolver.

4.4 SNOMED CT

O *Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms* (SNOMED CT) é uma terminologia clínica, sistematizada, hierarquizada, composta por conceitos, descrições e relações, que responde às necessidades do *Registo Clínico Eletrónico* (RCE) do utente, contribuindo para a otimização da prestação de cuidados de saúde ao garantir interoperabilidade semântica entre os vários sistemas disponíveis nas unidades de saúde. [18,85]

Concebido para a utilização em registos eletrónicos, o SNOMED CT facilita a estruturação e a interoperabilidade entre sistemas de informação e permite a codificação, armazenamento, troca e agregação de dados médicos e clínicos normalizados.

O SNOMED CT é o resultado do esforço conjunto do *National Health Service* (NHS) e do *College of American Pathologists* (CAP), que em 1999 resultou da convergência do *Systematized Nomenclature of Medicine Reference Terminology* (SNOMED RT) e dos Termos Clínicos do Reino Unido (versão 3). Mas em 2007, a propriedade de direitos do SNOMED CT foram transferidos do CAP para a criação formal do *International Health Terminology Standards Development Organisation* (IHTSDO), atualmente, uma associação sem fins lucrativos com 27 países membros, sendo Portugal dos mais recentes membros. [4,62]

O SNOMED CT é a terminologia clínica que acrescenta significado ao RCE ao permitir a representação eficaz da informação clínica, desempenhando um papel fundamental nos esforços mundiais para alcançar baixo custo e alta qualidade nos cuidados de saúde. O seu uso proporciona dados codificados interoperáveis que reforçam a implementação da prática baseada em evidências e facilita a criação de regras de apoio à decisão. É uma norma internacional que permite colmatar algumas falhas na saúde [60,86]:

- Necessidade de uma terminologia padrão global na medicina e ciências da vida, com a capacidade de lidar com a imensidão de informações clínicas e científicas;
- Legado de termos biomédicos devidamente organizados;
- Disponibilização de ferramentas de raciocínio com base na lógica para ser usada em ontologias;

Para alcançar estas propriedades através do **SNOMED CT**, o **IHTSDO** tem aumentado a ênfase em atividades para incentivar, orientar, aconselhar e apoiar os principais intervenientes e todas as partes interessadas na implementação do **SNOMED CT** [86]:

- Melhorar guias de implementação e fornecer acesso *online* fácil a orientações atualizadas;
- Desenvolvimento de um inventário de recursos de com acesso público ao **SNOMED CT**;
- Proporcionar um esquema de aconselhamento de implementação para aumentar a disponibilidade das competências **SNOMED CT**;
- Cooperar com os profissionais de saúde para criar elementos reutilizáveis, para uso em casos de negócios e requisitos para implementações **SNOMED CT**;
- Cooperar com outros organismos de normalização sobre as normas para serviços de terminologia e de integrar elementos terminologia relevante dentro de outros padrões de saúde.

4.4.1 Estrutura do **SNOMED CT**

O **SNOMED CT** é uma terminologia clínica de saúde que contém conceitos com significados únicos e definições lógicas, organizados em hierarquias. Contém mais de 311 mil conceitos ativos e definições baseadas em lógica formal, organizados em hierarquias e mais de 1 milhão de relacionamentos entre conceitos da terminologia. [18, 60]

O seu conteúdo é representado por três componentes básicos (conceitos, termos e relações), atributos que caracterizam os conceitos e hierarquias que resultam da relação existente entre diferentes conceitos. Esta estrutura está retratada na Figura 4.2 [87]:

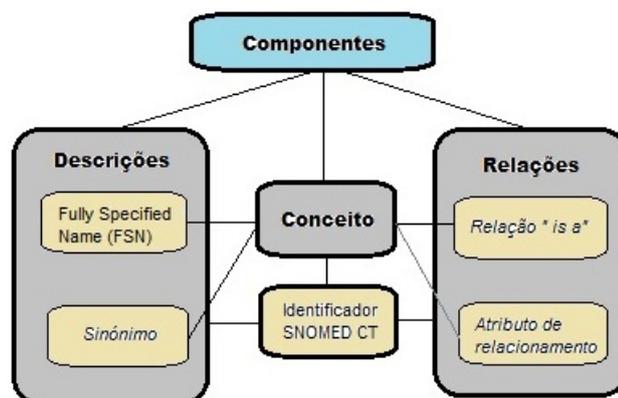


Figura 4.2: Estrutura do SNOMED CT (adaptado de [87]).

- **Conceitos:** representam significados clínicos organizados em hierarquias, representados por um identificador numérico único e pelo **Fully Specified Name (FSN)**, que não se repete;
- **Descrições:** relacionam termos sem conteúdo científico legíveis aos conceitos adequados;
- **Relações:** ligam cada conceito a outros conceitos relacionados.

Os conceitos representam pensamentos clínicos e todos têm um identificador numérico único. Dentro de cada hierarquia, os conceitos são organizados a partir do geral para o mais detalhado. Isso permite que os dados clínicos mais específicos possam ser armazenados e posteriormente usados ou agregados num nível mais geral.

As descrições ligam termos legíveis ao conceito adequado, e um conceito pode ter várias descrições associadas, cada uma representando um sinónimo que descreve o mesmo conceito clínico. Cada tradução do **SNOMED CT** inclui um conjunto adicional de descrições, que ligam termos num outro idioma para os mesmos conceitos.

As relações vinculam conceitos a outros conceitos cujo significado está relacionado de alguma forma. Estas relações fornecem definições formais e outras propriedades do conceito. Um tipo de relacionamento é a relação *"is a"*, relacionamento que liga um conceito a conceitos mais gerais, criando hierarquias que incluem: achados clínicos, processos, estruturas dos corpos e organismos. [87,88]

Esta estruturação torna possível expressar informações com diferentes níveis de detalhe e precisão. Como resultado, os profissionais de diferentes disciplinas e especialidades podem armazenar dados em diferentes fases do atendimento ao utente.

4.4.2 Vantagens no uso do SNOMED CT

O **SNOMED CT** apoia o desenvolvimento do conteúdo clínico para aumentar a qualidade dos registos de saúde. Ele fornece uma forma uniformizada de representar frases clínicas capturadas pelo prestador de cuidados de saúde e permite a interpretação automática destas, pois confere características aos sistemas [9,87]:

- Pesquisa eficiente nos registos clínicos do utente;
- Extração de informação clínica relevante;
- Identificação automática dos fatores de risco associados ao utente;
- Monitorização da resposta ao tratamento;
- Análise de doenças na comunidade e previsão da sua incidência;
- Confere consistência aos dados clínicos para efeitos de pesquisa clínica.

O uso de **RCE** melhora a comunicação e aumenta a disponibilidade de informações relevantes. Se as informações clínicas são armazenadas de forma a permitir a recuperação baseada em significado, os benefícios aumentam consideravelmente. As vantagens vão desde o aumento das oportunidades de apoio à decisão em tempo real, aos relatórios mais precisos para a pesquisa e gestão. Para além de ser uma terminologia clínica que abrange uma ampla gama de especialidades clínicas, disciplinas e exigências.

O **SNOMED CT** reduz os efeitos de fronteira geográfica decorrente da utilização de terminologias diferentes ou sistemas de codificação em diferentes organizações e países. A informação clínica é gravada, usando identificadores que se referem a conceitos que são formalmente definidos como parte da terminologia.

A natureza hierárquica do **SNOMED CT** permite que a informação possa ser armazenada com diferentes níveis de detalhe para responder a utilizações específicas, por exemplo, "pneumonia", "pneumonia bacteriana" ou "pneumonia pneumocócica". E ainda permite que sejam adicionados detalhes, combinando conceitos onde os conceitos disponíveis não são suficientemente precisos, por exemplo, "pneumonia pneumocócica" com um sítio de descoberta, por exemplo, "lobo superior direito do pulmão". [87]

A representação de relações semânticas lógicas entre conceitos permite a recuperação consistente da informação clínica para uma grande variedade de propósitos, incluindo o apoio à decisão, a auditoria, a epidemiologia, a pesquisa, a gestão de serviços, a faturação e os relatórios legais. [18]

Assim, a elevada quantidade de conceitos e o facto de estes poderem ser associados à morfologia, topologia e definição da categoria a que pertencem, fazem desta terminologia clínica a mais completa para um serviço de Anatomia Patológica. [87]

A verificação das vantagens descritas depende do uso dado à terminologia em aplicações de *software*. O **SNOMED CT** é apenas uma parte da solução para enfrentar as exigências para obter **RCE** eficientes, sendo necessário estudar métodos eficientes de implementação nas unidades de saúde e de integração nos sistemas existentes.

4.4.3 Mapeamento com ICD

As informações clínicas armazenadas em **SNOMED CT** podem incluir os dados que são relevantes para os relatórios, as estatísticas e a faturação, mas precisam ser codificadas através de um sistema de código específico ou uma classificação estatística, como **International Classification of Diseases (ICD)**. O mapeamento permite manipular a informação relevante usada para esses fins, minimizando a necessidade da entrada manual de dados adicionais. [87]

Organizações que planeiam implementar soluções baseadas em **SNOMED CT** podem ser confrontados com desafios de transformação de dados e a sua migração, levando a considerar o mapeamento dos dados clínicos existentes, sistemas de código ou classificações para **SNOMED CT**.

Como uma terminologia de referência global, o **SNOMED CT** limita a necessidade de desenvolvimento de mapas "tudo para tudo" entre vários sistemas de códigos diferentes, daí o estudo do mapeamento com **International Classification of Diseases (ICD)** ser importante para responder a todas as necessidades das unidades hospitalares na procura da interoperabilidade dos sistemas.

O **International Classification of Diseases (ICD)** é uma norma de diagnósticos usada na epidemiologia e como elemento de gestão da saúde, incluindo a análise da situação geral de saúde de grupos populacionais e monitorização da incidência e prevalência de doenças. [63]

O **ICD** é usado para classificar doenças e outros problemas de saúde, referidos nos registos de saúde, como as certidões de óbito e **Registo Clínico Eletrónico (RCE)**. Estes registos fornecem a base para a elaboração de estatísticas de mortalidade e morbidade nacionais dos Estados-Membros que compõem a **Organização Mundial de Saúde (OMS)**, além de permitir o armazenamento e recuperação de informações de diagnóstico para fins clínicos, epidemiológicos e de qualidade.

Em Maio de 1990, foi aprovada a versão mais recente e completa do **ICD**, entrando em uso pelos Estados-Membros da **OMS** a partir de 1994. No entanto, a décima primeira revisão do **ICD** já está a decorrer e só será finalizada em 2017. [63]

Para potenciar os **RCE**, a **Organização Mundial de Saúde (OMS)** e o **IHTSDO** começaram o mapeamento do **SNOMED CT** para **ICD-10**, o que constitui uma abordagem de implementação de normas no **RCE**.

O mapeamento do **SNOMED CT** fornece o detalhe clínico e sofisticação terminológica necessária para a utilização mais eficaz dos dados clínicos para apoiar a assistência oportuna, eficaz e de alta qualidade.

Este mapeamento prevê o uso de mapas a partir dos códigos do **SNOMED CT** para códigos **ICD-9** e **ICD-10**, em que a finalidade principal é apoiar a geração semi-automática de códigos **ICD-10** a partir de dados clínicos codificados em **SNOMED CT** para fins estatísticos e de acordo com a *guideline* de classificação e convenções **ICD-10**. [63, 89]

Há duas formas de uso deste mapeamento, em primeiro lugar, a utilização em tempo real pelo prestador de cuidados de saúde, que no encontro clínico fornece a lista de problemas codificada em *Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms* (SNOMED CT) e, posteriormente, é feito o mapeamento que atualiza a lista em códigos ICD-10. O médico também pode solicitar informações adicionais para decidir entre códigos alternativos, ou para aperfeiçoar os códigos sugeridos até à decisão final do código ICD-10. Já há um algoritmo, denominado *I-MAGIC*, preparado para este modelo interativo. [16] [89]

A segunda maneira, é um mapeamento sem interação em tempo real, com o prestador de cuidados de saúde. Neste caso, a codificação é baseada nos códigos armazenados do SNOMED CT, esta codificação pode ser utilizada nos casos em que o processamento automático não está disponível. [16, 74]

A metodologia de mapeamento está focada na garantia da qualidade e redução da variabilidade, por isso resulta num conjunto de mapas idênticos, e por isso os mapas originados são revistos por especialistas para garantir a sua coerência. Reuniões de equipas regulares são realizadas para discutir os casos problemáticos e situações de ambiguidade, responsabilidade da OMS e IHTSDO. [74]

A metodologia segue as abordagens do IHTSDO e da OMS na construção do SNOMED CT, mas, devido às diferenças estruturais, ênfase e princípios de organização entre SNOMED CT e ICD-10, nem sempre é possível ter um mapa de "um-para-um" entre um conceito SNOMED CT e um código ICD-10, o que leva a que, por vezes, um conceito SNOMED CT necessite mais do que um código da ICD-10 para representar plenamente o seu significado, nestes casos o mapa é composto por vários grupos de mapas. [62, 74]

A IHTSDO tem um acordo de trabalho formal com a OMS para desenvolver e assegurar mapas com abordagem baseada em regras e ligações entre SNOMED CT e ICD-10. [90]

Os primeiros mapas foram lançados em 2013, mas o objetivo é completar os mapas internacionais de ICD-10 até ao fim de 2014, mas até ao momento já estão disponíveis quatro tipos de mapeamento [16] [91]:

- Mapa de **SNOMED CT** a ICD-9-CM;
- Mapa de **SNOMED CT** a ICD-10;
- Códigos de diagnóstico ICD-9 para mapa **SNOMED CT**;
- Códigos de Procedimentos ICD-9 para mapa **SNOMED CT**.

Apesar da grande utilidade do **ICD**, esta não é, para já a melhor opção para implementação no serviço de Anatomia Patológica. O **ICD** contém informação para classificar o funcionamento e a incapacidade associada ao estado da saúde, mas para uma implementação que pretende uma uniformização que considere diferentes conceitos, relacionando a topologia, morfologia e etiologia referente a uma determinada peça anatómica, este não tem a estrutura ideal nem o nível de detalhe pretendido.

A estruturação e finalidade do ICD-10 são diferentes do **SNOMED CT**. O **SNOMED CT** é uma terminologia de referência abrangente que suporta conceitos gerais e conceitos altamente específicos, cada conceito é definido por relações que os distingue de todos os outros conceitos e ainda suporta um modelo de significados que especifica atributos. [89]

O ICD-10 é uma classificação de doenças e lesões com uma estrutura definida para fornecer utilidade para fins de epidemiologia e de relatórios estatísticos de mortalidade e morbidade. O ICD-10 foi criado para classificar um conceito clínico, definindo classes no universo ICD-10. [89]

Somente domínios do **SNOMED CT** que se sobrepõem em significado com os do ICD-10 podem ser mapeados devido às diferenças na estrutura, propósito e nomeação. A atribuição de uma equivalência de mapeamento entre os conceitos do **SNOMED CT** e os códigos do ICD-10, geralmente, não é apropriada. Em vez disso, o mapeamento liga um conceito **SNOMED CT** ao código ICD-10 que contém o significado do conceito **SNOMED CT** igualmente descrito no ICD-10. [89]

Estas diferenças, fazem com que a implementação do mapeamento ao ICD-10 ainda não seja indicada para todos os serviços de saúde, principalmente os mais específicos e com especial foco em termos relacionáveis, como no caso da Anatomia Patológica. No entanto, até final do ano de 2014 estão a ser desenvolvidos mais mapas e o **IHTSDO** espera ver concluído a avaliação e revisão de todos os mapeamentos já desenvolvidos. [87, 90]

4.5 openEHR

A Fundação [openEHR](#) é uma organização independente e sem fins lucrativos, fundada em 2000 pelo *University College London* e *Ocean Informatics*. [70]

Trata-se de uma instituição para a interoperabilidade em *eHealth*, com principal foco nos sistemas de [RCE](#), pois o seu objetivo é facilitar a criação e partilha de registos de saúde por todos os prestadores de cuidados de saúde via *open source* e implementações baseadas em normas. [92]

O [openEHR](#) tem como objetivos [14]:

- Promover e publicar as especificações formais de requisitos para representar e comunicar informações do [RCE](#);
- Promover e publicar arquiteturas, modelos e dicionários de dados para [RCE](#), que atendam aos requisitos;
- Gerir a validação das arquiteturas de [RCE](#) através da implementação abrangente e avaliação clínica;
- Manter as implementações *open source* disponíveis, para aumentar o leque de ferramentas disponíveis para apoiar os sistemas clínicos;
- Colaborar com outros grupos que trabalham em prol da alta qualidade, com base em requisitos e [Sistemas de Informação de Saúde \(SIS\)](#) interoperáveis.

O [openEHR](#) possui a tecnologia ideal para a validação semântica dos [RCE](#), no entanto a sua implementação no contexto real pode apresentar muita complexidade, devido à antiguidade dos sistemas atualmente implementados em instituições hospitalares. [56, 70]

Tecnicamente, o [openEHR](#) assenta em métodos formais da engenharia de *software*: inicia com domínio e análise do problema, formula exigências e princípios de *design*, em seguida, desenvolve especificações arquitetónicas, e por fim, começa a implementação e testes para validar e melhorar a arquitetura e os requisitos. Os processos e os resultados destas atividades são todos geridos por um processo de controlo de atualizações e gestão das versões formais das ferramentas. [65]

Para a criação de todas estas ferramentas, o **openEHR** disponibiliza especificações para definir modelos de referência para informação clínica, uma linguagem para a construção destes modelos clínicos e uma linguagem de consulta. [14,35,65]

Os componentes e sistemas do **openEHR** são "livres" em termos de dados (obedecem a uma publicação **openEHR** em esquemas **XML Extensible Markup Language (XML)**) e modelos (conduzidos por arquétipos com escrita formal em **Architecture Description Language (ADL)**). A arquitetura deste permite o uso de terminologias médicas externas como o **SNOMED CT** e **ICD**. Assim, a utilização deste permite criar funcionalidades para o apoio à tomada de decisão, a pesquisa e a representação dos dados de orientação para a quimioterapia com regras associadas, o que facilita a integração com **RCE**. [70,71,93]

Na Figura 4.3 é possível visualizar todos os aspetos da arquitetura anteriormente citados:

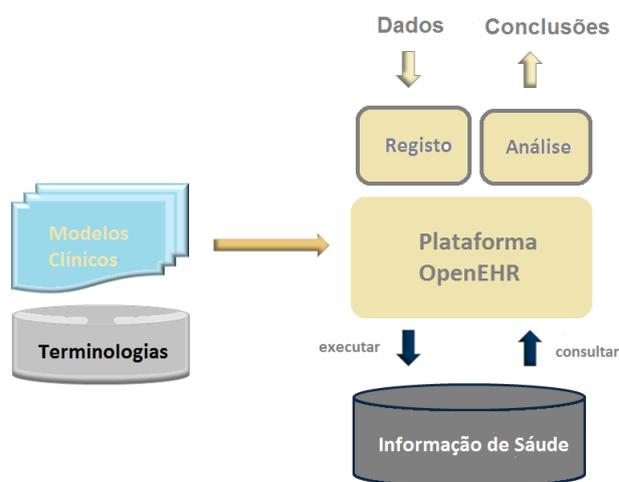


Figura 4.3: Arquitetura do openEHR (adaptado de [70]).

Para além de ser uma instituição para a interoperabilidade dos **RCE**, está associado ao desenvolvimento de *guidelines*, utilizando arquétipos computorizados para conceitos clínicos e modelos que relacionam arquétipos a uma tarefa clínica particular, por exemplo, na representação de dados das *guidelines* de quimioterapia, com regras associadas para facilitar a integração com **RCE**.

O openEHR já está traduzido em vários idiomas e, portanto, tem sido utilizada em muitos países, como por exemplo, Inglaterra, Austrália, Suécia e Brasil. [71]

O processo de mapeamento de arquétipos com termos SNOMED CT consiste, essencialmente, na associação de um elemento de dados na ADL a um elemento SNOMED CT ou expressão. Embora este processo pareça ser simples e direto, implica várias dificuldades práticas quando se aproxima de especialistas clínicos. [23,94]

O openEHR utiliza uma abordagem conhecida como modelagem de dois níveis. Esta abordagem separa o conhecimento clínico do modelo de informação. O primeiro compreende os arquétipos que representam o conhecimento clínico e são criados maioritariamente por médicos, enquanto que o modelo de referência, ou *template*, é em grande parte responsabilidade dos informáticos, pois descreve toda a estrutura e as regras relativas ao armazenamento e recuperação dos dados. [66,94]

Este modelo de dois níveis permite a separação de tarefas, os médicos fazem a definição do conteúdo clínico e também atualização dos conceitos médicos, sem precisarem de qualquer alteração no *software*. Enquanto que os informáticos lidam com o *software* de base de dados e o código. [70,71,95]

- Os **arquétipos** são os elementos fundamentais na arquitetura openEHR; O arquétipo representa um conjunto completo de dados de um conceito clínico, por exemplo, pressão sanguínea, incluindo as informações relevantes para interpretar os dados, tais como o estado e procedimento usado para a sua constatação; Os arquétipos são utilizados para armazenar dados e para os recuperar, mantendo o mesmo significado, independentemente do sistema de RCE ou linguagem utilizada; Os arquétipos podem ser desenvolvidas em qualquer idioma e mais tarde traduzidos para outras línguas, incluindo o Português, mantendo seu significado original; Além disso, as terminologias podem ser associadas dentro de arquétipos como elementos de apoio à sua definição;
- O ***template*** é um conjunto de arquétipos utilizados para definir o conteúdo de um documento específico ou de uma mensagem; Assim, podem ser usados para construir as formas de conteúdo que representa

o esquema do RCE e associado a terminologias; Apesar de um *template* ser construído usando arquétipos, não é obrigatório o uso de todos os elementos do arquétipo, pois é possível alterar e remover elementos desnecessários, assim como combinar arquétipos de acordo com o objetivo pretendido.

Esta abordagem de dois níveis, arquétipos e *template*, são os principais elementos que definem a descrição de conteúdo clínico comum e partilhável. O desenvolvimento indiscriminado de arquétipos, seguido do seu uso pode comprometer a interoperabilidade semântica. A organização a fim de evitar a criação de novos arquétipos, permite que os existentes sejam facilmente encontrados, desta forma são mantidos num repositório centralizado e facilmente localizável. [71,92]

Assim, promove a reutilização dos arquétipos e impede a criação de diferentes e incompatíveis arquétipos para representar os mesmos conceitos. Outra vantagem de estar num repositório centralizado é o facto de integrar todos os esforços para garantir variedade, incluindo novos arquétipos, mas com existência única, mantendo-os semanticamente interoperáveis. [93,95]

Este repositório internacional e *online*, [openEHR Clinical Knowledge Management \(openEHR CKM\)](#), regula o desenvolvimento dos arquétipos, a sua aceitação e disponibilidade, sob a coordenação de um grupo de especialistas, composto tanto por médicos como por informáticos. Neste momento, os seus colaboradores distribuem-se em mais de 50 países e em diversas áreas: médicos, informáticos, engenheiros de *software*, gestores de terminologias, administradores e mesmo os próprios utilizadores, que participam de forma voluntária, criando uma comunidade ativa. [71,95,96]

4.5.1 Representação Clínica em openEHR

A implementação de um modelo de [openEHR](#) nas unidades hospitalares seria mais um passo para a garantia de interoperabilidade nos [Sistemas de Informação de Saúde \(SIS\)](#) e interoperabilidade semântica nos [Registo Clínico Eletrónico \(RCE\)](#). A informação disponibilizada oficialmente pela Fundação [openEHR](#) tem apenas uma indicação, no que diz respeito às entidades portuguesas que já usaram os arquétipos e os templates [openEHR](#) e que, assim,

contribuíram para o repositório openEHR Clinical Knowledge Management (openEHR CKM), pelo que é uma área de grande potencial para as unidades de saúde portuguesas. [70,71]

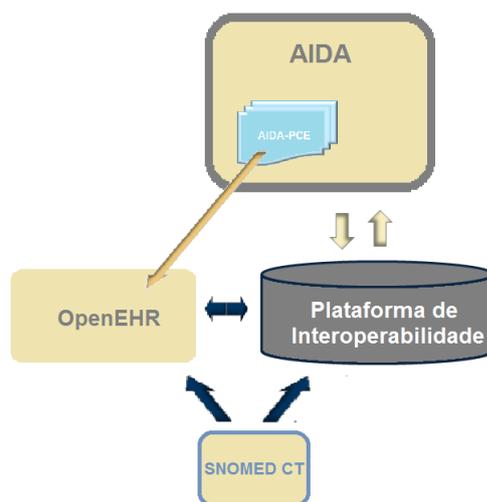


Figura 4.4: Arquitetura de integração dos arquétipos openEHR na AIDA.

Uma das plataformas de maior importância, implementada em muitos hospitais portugueses, é a Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Clínica (AIDA), mas também o AIDA-PCE, o que traria vantagens em associá-los ao openEHR, para introduzir interoperabilidade semântica, pois este permite a utilização de várias terminologias, incluindo o SNOMED CT. Esta abordagem resultaria numa implementação como a da Figura 4.4.

Como o openEHR disponibiliza estruturas eletrónicas, arquétipos e *templates*, que permitem explorar diretrizes clínicas, e os dados necessários para representar os processos clínicos, por exemplo para a especialidade de Anatomia Patológica, conseguindo desenvolver-se uma estrutura baseada em openEHR, um *template*, capaz de descrever uma estrutura de dados para representar informação médica e clínica. [96]

Da pesquisa efetuada no repositório *online* openEHR Clinical Knowledge Management (openEHR CKM), resultaram dois arquétipos com potencial de integração no RCE dos serviços de Anatomia Patológica, estes dois foram estudados, utilizando uma ferramenta *open source*, *Ocean Informatics*, uma vez que está preparado para trabalhar com os arquétipos Open Electronic Health Record (openEHR), apresentando propriedades de edição dos mesmos. [97]

O arquétipo para a localização anatômica, permite registrar informação sobre a localização anatômica de peças cirúrgicas com grande detalhe, como é possível verificar na Figura 4.5. Todos os atributos mostrados, estão devidamente detalhados no **Apêndice A, Figura A.2**.

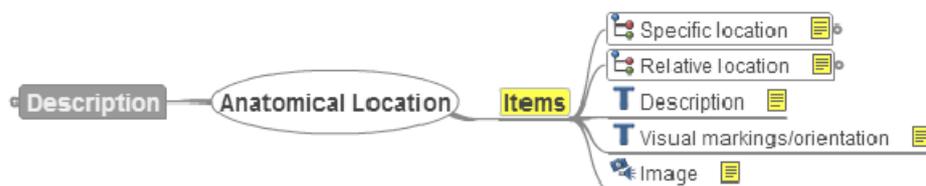


Figura 4.5: *Mindmap* do arquétipo: Localização Anatômica [96].

Este arquétipo é o indicado para o serviço de Anatomia Patológica, uma vez que está preparado para codificar a "*laterality*" da localização anatômica, utilizando o SNOMED CT, mostrando-se um componente essencial para a criação de um *template* completo para o registo clínico do serviço de Anatomia Patológica.

Contudo, este apenas inclui parte da informação tratada neste serviço, pelo que outros deverão incluir o *template*. É o caso do segundo arquétipo, apresentado na Figura 4.6, que regista os resultados e a interpretação dos exames de patologia realizados em amostras de tecidos, fluidos corporais ou peças cirúrgicas.

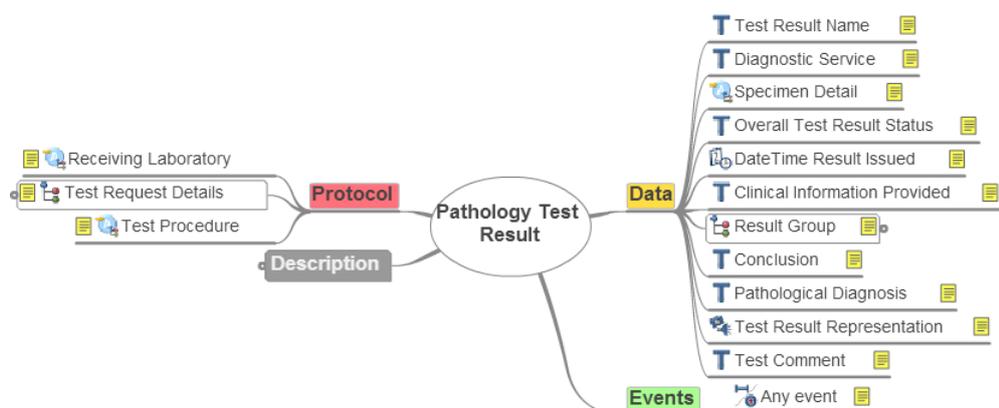


Figura 4.6: *Mindmap* do arquétipo: Resultados dos Exames de Patologia [96].

Este arquétipo deve ser utilizado para gravar um único teste validado, mas ao ser incluído num *template* poderá representar múltiplos resultados quando necessário. Este arquétipo também atua como o principal para exames laboratoriais mais específicos, por exemplo, microbiologia e histologia, especializações da Anatomia Patológica. A Figura 4.6 não representa todos os atributos deste arquétipo, mas é possível consultar o arquétipo completo no **Apêndice A, Figura A.3**, assim como a descrição dos vários atributos que o compõe.

A vantagem destes arquétipos é o facto de permitirem o processo de mapeamento com conceitos SNOMED CT através da *Architecture Description Language (ADL)*, estando disponível no repositório openEHR CKM o código destes arquétipos, tanto em ADL como em XML.

A construção e validação destes arquétipos deve sofrer uma avaliação por parte de especialistas, uma vez que o trabalho desenvolvido está nesta fase apenas baseado em pesquisas científicas, e a avaliação feita pelo openEHR Clinical Knowledge Management (openEHR CKM) antes de incluir os arquétipos no seu repositório. Mas para uma implementação no *Registo Clínico Eletrónico (RCE)* de uma unidade de saúde é importante incluir entrevistas a profissionais da mesma, através da criação de um formulário detalhado que permita conhecer alterações e atualizações necessárias aos arquétipos criados.

No entanto, o arquétipo inicial foi disponibilizado pelo [openEHR Clinical Knowledge Management \(openEHR CKM\)](#), sendo posteriormente alterado, respondendo aos requisitos concretos da Anatomia Patológica.

No futuro, também é necessário um estudo sobre como pode ser feito o relacionamento com o [Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms \(SNOMED CT\)](#), pois como é uma terminologia disposta em hierarquias, contém componentes ontológicos que usam relações entre conceitos para definir outros conceitos. [70]

O [openEHR](#) e as terminologias podem ser relacionadas diretamente de duas formas:

- Um nó num arquétipo que possui um significado numa terminologia pode ser ligado à terminologia, a um conceito relevante;
- Um nó num arquétipo pode restringir os valores de um campo do arquétipo para criar um conjunto específico de termos compatível com de uma terminologia em particular.

Os arquétipos representam diferentes momentos, o registo da localização anatómica e o registo do resultado do teste, mas para abranger todos os requisitos da Anatomia Patológica, é necessária a criação de arquétipos de morfologia e etiologia. Posteriormente, é também necessária a criação de um *template* que concentre todos estes arquétipos para que o registo fique detalhado. De qualquer forma, espera-se que contribua para o desenvolvimento de trabalhos futuros, conduzindo a um maior grau de adaptabilidade da informação precisa num ambiente dinâmico, como os [Sistemas de Informação de Saúde \(SIS\)](#) implementados no [Centro Hospitalar do Alto Ave \(CHAA\)](#).

4.6 Tecnologias de *eHealth* e *mHealth*

Para beneficiar do uso de uma terminologia ou ontologia, estas devem ser implementadas e usadas como parte de uma aplicação com tecnologias que permitam interagir com vários sistemas e assim retirar maior vantagem do uso das mesmas. Assim, o *design* da aplicação, os objetivos e a motivação dos utilizadores, são fatores-chave para o sucesso.

O *Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms* (SNOMED CT) é útil para documentação clínica, uma vez que suporta a representação de informação clínica detalhada, permitindo que esta possa ser processada automaticamente. A capacidade do SNOMED CT para apoiar a informação clínica exige uma análise cuidadosa do estado atual, em termos de objetivos de uso, estrutura do registo, entrada de dados, recuperação de dados e, claro, a forma como a comunicação desta informação pode ser conseguida.

Por estas razões, é necessário conhecer quais as tecnologias e ferramentas ao dispor, para que melhores resultados sejam obtidos na implementação de aplicações para a interoperabilidade semântica no *Registo Clínico Eletrónico* (RCE), esta fase corresponde à seleção da abordagem, ou melhor à pesquisa rigorosa que resulta na seleção das tecnologias que serviram de base à implementação.

4.6.1 Arquitetura Orientada a Serviços

A *Arquitetura Orientada a Serviços* (SOA) é essencialmente uma coleção de serviços, serviços estes que comunicam entre si. Estes serviços podem ser entendidos como funcionalidades bem definidas e que não depende do contexto ou estado de outros serviços. A comunicação entre estes pode envolver a simples troca de dados, ou pode envolver dois ou mais serviços na coordenação de alguma atividade, sendo necessário um meio de conexão entre os serviços. [58]

Um modelo orientado a serviços fornece modelagem, análise, técnicas de *design* e atividades para definir as bases de uma SOA. Define elementos em camadas de SOA e toma decisões de arquitetura em cada nível. O processo de modelagem e arquitetura orientada a serviços é composto por três etapas gerais: a identificação, a especificação e a realização de serviços, de componentes e de fluxos. Na Figura 4.7 está ilustrada uma arquitetura orientada a serviços básica. [98]

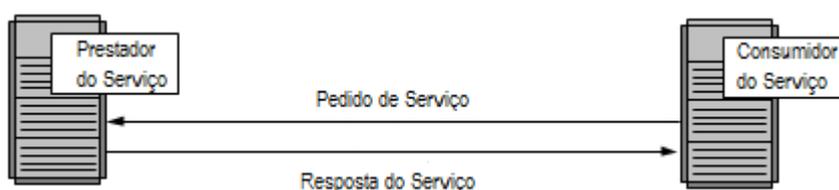


Figura 4.7: Arquitetura básica SOA. (adaptado de [98]).

O consumidor de serviço, à direita, na Figura 4.7, é responsável pelo envio de uma mensagem de solicitação de serviço, enquanto o prestador de serviço, à esquerda, retorna uma mensagem de resposta para o consumidor do serviço. No entanto, um prestador de serviço também pode ser um consumidor do serviço, dependendo das conexões que possui no sistema. O pedido e a resposta, assim como outras possíveis conexões, são definidas de forma compreensível para ambos.

As conexões definidas podem ser explicadas com *Web Services*, que são a tecnologia de conexão mais utilizada da *Arquitetura Orientada a Serviços (SOA)*. Os *Web Services* são a tecnologia que permite fazer ligações, utilizando a *Web*. [98,99]

A tecnologia *SOA* é idealmente indicada para sistemas distribuídos, ela permite a comunicação de sistemas fisicamente divididos, mas que precisam de combinar conteúdos, e, por isso, mecanismos de comunicação eficientes para a execução dos serviços. [99]

Seja qual for a aplicação, são necessárias mais do que apenas boas ferramentas e padrões para criar com sucesso uma *SOA*. São precisas técnicas para a análise, a projeção e a realização de serviços, fluxos e componentes. Portanto, para o desenvolvimento de aplicações corporativas é crucial entender os passos detalhados envolvidos na modelagem e arquitetura orientada a serviços. [99]

Através do paradigma *SOA*, um sistema não é dependente das suas unidades centrais, isto é, os serviços podem ser facilmente substituídos e atualizados, permitindo modularidade, escalabilidade e independência.

A *SOA* tem como princípio fundamental a divisão de grandes e complexos problemas em outros mais simples. A metodologia procura formas distintas de automatização lógica, a fim de tornar disponível um serviço que é parte de um serviço maior e mais complexo. [100]

A arquitetura *SOA* é orientada a serviços, tendo como princípio fundamental o *design*, isto é, a prestação de serviços existe para que seja apresentada uma interface simples que abstrai o utilizador da complexidade envolvida nela, em que estes podem utilizar esses serviços sem necessitar de conhecer os métodos da sua implementação. [11, 76]

Isto é exatamente o que se pretende quando o objetivo é uma plataforma que garanta a interoperabilidade semântica com aplicações em que os utilizadores, para além de não terem tempo a perder, não possuem, obrigatoriamente conhecimentos de informática, como é o caso dos profissionais de saúde.

4.6.2 Agentes de *Semantic Web*

A *Semantic Web* é um conceito recente, que representa o futuro da *Web*, isto não significa a existência de uma nova *Web*, mas uma extensão da *World Wide Web* (WWW). [56]

À informação é dada uma extensão do conteúdo, o que torna mais fácil o processamento e integração das informações disponíveis na *Web*, isso significa que permite que os utilizadores compartilhem conteúdo que vai além dos limites das aplicações e páginas *Web*. [101]

A *Semantic Web* fez com que se tenha intensificado o desenvolvimento do próximo nível de tecnologias e aplicações, resultando em duas formas diferentes de abordagem: uma visão utópica como uma rede de dados, ou apenas como uma mudança de paradigma natural do uso diário da *Web*. O que também é visível nos *Sistemas de Informação de Saúde* (SIS), pois disponibiliza novas formas de integração e interoperação de aplicações e sistemas, respetivamente. [101, 102]

Embora não haja uma definição comumente aceite do termo agente, é possível definir agente como um sistema com duas características básicas: capacidade de definir as tarefas prioritárias para alcançar os objetivos do projeto e interagir com outros agentes em atividades "sociais", como a coordenação, a cooperação e a negociação através da troca de dados, pode então afirmar-se que são dotados de inteligência. [72, 101, 102]

As atividades de um agente inteligente de *Semantic Web* podem ser descritas como [102]:

- Receção das tarefas e preferências do solicitante do serviço;
- Procura de informações em fontes da *Web*;

- Comunicação com outros agentes;
- Comparação de informações dos requisitos e preferências do utilizador;
- Responder ao solicitador do serviço ou ao utilizador.

As tecnologias e ferramentas utilizadas pelos agentes de *Semantic Web* para auxiliar no cumprimento das suas tarefas são [102]:

- Ontologias, usadas para ajudar nas pesquisas *Web*, utilizando metadados para identificar e extrair informações de fontes da *Web*; os agentes também podem usar as ontologias para interpretar informação e comunicar com outros agentes;
- Linguagens de comunicação usadas pelos agentes, para comunicar com outros agentes.

E a atividade mais importante e complexa dos agentes é a negociação, processo pelo qual um grupo de agentes tem que chegar a um acordo mútuo sobre um assunto, daí vários recursos auxiliarem na execução da mesma. [56]

Um *Sistema de Multi-Agentes (MAS)* é um conjunto de agentes inteligentes que interagem entre si. Os agentes de um *MAS* colaboram em torno do objetivo principal do sistema, mas com tarefas diferentes entre eles. Isto é possível devido às características que os caracterizam: a autonomia, a proatividade, o comportamento social e a reatividade. [103, 104]

Os *MAS* são apontados, cada vez mais, como uma tecnologia com enorme potencial para assegurar interoperabilidade nos *Sistemas de Informação de Saúde (SIS)*, pois a sua capacidade de gestão dos agentes e as características intrínsecas destes tendem a tornar os *SIS* num todo, cumprindo o princípio da interoperabilidade. [10, 103]

A principal vantagem da utilização dos *MAS* é a possibilidade de introdução de agentes inteligentes nos sistemas com objetivos próprios, criando soluções para as necessidades dos mesmos. Principalmente na área da saúde, esta propriedade vai permitir o desenvolvimento de novas formas de análise e metodologias, que permitirão colocar agentes a realizar tarefas agora efetuadas pelos utilizadores, criando maior automatização dos *SIS*. [103, 104]

Assim, o recurso a agentes em aplicações para a interoperabilidade semântica traz vantagens, pois permitem a automatização dos processos de integração de resultados de pesquisas, resultantes das ontologias usadas, e podem ainda ser integrados em plataformas administrativas clínicas, tais como Sistema de Apoio ao Médico (SAM), Sistema de Apoio à Prática de Enfermagem (SAPE) e Sistema Integrado de Informação Hospitalar (SONHO), utilizados pelo SNS para Registo Clínico Eletrónico (RCE).

Nestes sistemas de informação é utilizado o International Classification of Diseases (ICD), pelo que a integração do SNOMED CT com mapeamento ICD poderá ser a solução para a implementação de interoperabilidade semântica nestes sistemas de saúde.

4.7 Conclusão

A interoperabilidade semântica é uma das principais preocupações e prioridades na área dos Sistemas de Informação de Saúde (SIS), uma vez que é fundamental para que exista comunicação entre sistemas. Por isso, a Serviços Partilhados do Ministério da Saúde (SPMS), instituição responsável pela disponibilização de serviços partilhados a todas as unidades de saúde portuguesas, apoia um modelo de interoperabilidade que promove a integração de informação, construção conjunta de padrões, de mensagens e de terminologia utilizada em informação clínica.

O facto de Portugal se ter tornado, este ano, um dos novos membros da IHTSDO vai permitir que todas as organizações de saúde e empresas portuguesas de cuidados de saúde, possam beneficiar do uso do SNOMED CT, sendo uma mais valia para especialidades como a Anatomia Patológica devido à estrutura que possui.

O SNOMED CT é uma terminologia clínica, com conteúdo abrangente e cientificamente validado, essencial para o RCE e uma terminologia que pode ser mapeada para outras normas internacionais. Mas só este ano a sua utilização se tornou livre para as instituições portuguesas, no entanto já é utilizado em mais de 50 países.

Há ainda um longo percurso na integração do **SNOMED CT** nos **SIS** das unidades hospitalares portuguesas, mas principalmente agora, o estudo de métodos de implementação desta torna-se um assunto recorrente, assim como o desenvolvimento de plataformas interoperáveis que permitam a integração em qualquer serviço médico e em qualquer sistema de informação.

São ferramentas como as disponibilizadas pela Fundação **openEHR** que tornam a interoperabilidade semântica do **Registo Clínico Eletrónico (RCE)** dos **Sistemas de Informação de Saúde (SIS)** uma realidade próxima de alcançar, pois as ferramentas e documentos dos estudos efetuadas são de livre acesso, constituindo uma abordagem futura com muitas perspetivas de sucesso.

Há várias tecnologias e ferramentas à disposição, todas com grande potencial na área da interoperabilidade. Foram abordadas as ferramentas que indiciam maior potencial, por se encontrarem, hoje em dia, na vanguarda da informática e possuírem a capacidade de serem aplicadas à área da saúde e às instituições médicas portuguesas, pois apesar de existirem muitas soluções, estas têm que ser escolhidas de forma adequada ao ambiente de implementação e aos recursos que podem ser utilizados.

Capítulo 5

Plataforma de eHealth e mHealth

Neste capítulo são apresentadas as fases finais da metodologia de investigação, *Design Research*, o desenvolvimento, a avaliação e a conclusão. Por esta razão são abordadas as tecnologias utilizadas para desenvolver uma plataforma de *eHealth* e *mHealth* para o serviço de Anatomia Patológica do Centro Hospitalar do Alto Ave (CHAA), permitindo assegurar a interoperabilidade semântica nos sistemas de Registo Clínico Eletrónico (RCE).

Em primeiro lugar, abordam-se os materiais e métodos utilizados no seu desenvolvimento, seguindo-se a descrição da plataforma para a interoperabilidade e, por fim, a apresentação dos resultados obtidos na avaliação da usabilidade da plataforma.

5.1 Introdução

Para garantir a interoperabilidade dos sistemas há várias soluções informáticas disponíveis, soluções estas que podem funcionar em conjunto para uniformizar todo o registo clínico.

No serviço de Anatomia Patológica do Centro Hospitalar do Alto Ave (CHAA) foi identificada uma carência de uniformização na informação dos relatórios, pelo que as soluções informáticas selecionadas foram pensadas, considerando as aplicações que servem este serviço na produção do Registo Clínico Eletrónico (RCE), que são, neste caso, o Sistema Integrado de Informação Hospitalar (SONHO), o Sistema de Apoio ao Médico (SAM) e a

Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Clínica (AIDA).

Neste serviço já existe codificação, mas apenas nos exames a realizar, não existe qualquer tipo de uniformização quanto aos termos das peças anatómicas, a morfologia e a topografia das mesmas. Assim, é neste âmbito que se torna fulcral integrar o **SNOMED CT** no registo dos exames efetuados neste serviço, para que depois esta informação possa integrar o **RCE**.

A aplicação deve cumprir duas funções principais: a de pesquisa e a de classificação com identificação da morfologia, da topologia e da etiologia, os dados são armazenados numa base de dados *Oracle* que serve a **AIDA**. Para aumentar a disponibilidade de acesso à plataforma desenvolveu-se um *Browser* e uma aplicação *Android*.

5.2 Materiais e Métodos

A fase de desenvolvimento é uma etapa crucial no projeto, pois o bom desempenho da plataforma depende principalmente da forma como é construída, mas também da qualidade da informação clínica. Só aliando estes dois fatores estará garantido o sucesso na uniformização dos termos médicos e do sistema de apoio à decisão. É a criação de sistemas de gestão do conhecimento capazes de adquirir, armazenar, organizar, recuperar, visualizar e partilhar esse conhecimento, que são o grande desafio da informática, contribuindo para o aumento da qualidade dos serviços prestadores de cuidados de saúde. [105, 106]

5.2.1 Base de Dados do SNOMED CT

Muitas vezes, sem se aperceber, está a utilizar-se bases de dados, pois estão integradas nos mais simples serviços a que diariamente se recorre, pois considera-se uma base de dados todo o repositório de elevadas quantidades de dados, manipulado por diferentes utilizadores.

Devido à sua elevada utilização, existem programas só para manipulação das bases de dados, os **Sistema de Gestão de Bases de Dados (SGBD)** são *softwares* que permitem armazenar, modificar e extrair informação de uma base de dados, criando, para isso, um ambiente que adequado e eficiente, reduzindo a responsabilidade do utilizador no acesso a estas. O objetivo do **SGBD** é facilitar a programação de aplicações de bases de dados, podendo

estas ter uma organização hierárquica, em rede, relacional ou orientada a objetos.

O SGBD necessita de uma linguagem padrão para poder manipular a base de dados, por isso em 1970 foi criada a primeira versão da linguagem *Structured Query Language (SQL)*, que é a linguagem de acesso a bases de dados mais utilizada, que usa combinações de álgebra relacional e construções de cálculos relacionais, tornando assim o SQL feito para trabalhar com bases de dados relacionais. [107]

A base de dados do *SNOMED CT* usa um modelo relacional, ou seja está estruturada em tabelas, compostas por linhas e colunas, em que as colunas são os atributos da relação e as linhas os tuplos da relação. [107]

Para alcançar as exigências e necessidades da plataforma para a interoperabilidade semântica por implementação do *Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms (SNOMED CT)*, é essencial que a base de dados seja capaz de armazenar grandes quantidades de informação, permita a atualização permanente e seja fácil de consultar, pois em saúde a disponibilidade e a eficiente extração do conhecimento é essencial. [107]

As relações estabelecidas têm em consideração três tipos de chaves, que facilitam o acesso à informação e o relacionamento entre tabelas [107]:

- Chave candidata: subconjunto de atributos de uma relação que, em conjunto, identificam univocamente qualquer tuplo;
- Chave primária: constituída por um ou mais atributos selecionada entre as candidatas para identificar cada tuplo;
- Chave estrangeira: atributo, ou conjunto de atributos, de uma relação que é chave primária noutra.

A pensar nas aplicações que serão usadas por profissionais de saúde, foi necessário criar tabelas com os dados de registo dos utilizadores, de forma a criar mecanismos de *login/logout* nas aplicações, para autenticar os utilizadores com acesso às funcionalidades das aplicações. Na Figura 5.1 estão as duas tabelas necessárias para criar estes mecanismos de autenticação:

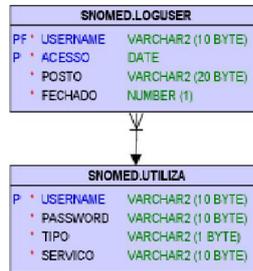


Figura 5.1: Tabelas com dados do *login/logout*.

A tabela *UTILIZA*, contém os *usernames* e *passwords* armazenados dos utilizadores que têm autorização para aceder às aplicações, e a tabela *LOGUSER*, tem o registo datado dos utilizadores que acederam às aplicações.

A base de dados do *SNOMED CT*, tenta reproduzir a mesma estrutura da terminologia. Como o *SNOMED CT* é estruturado em conceitos, hierarquias e relações entre os conceitos, existindo para cada conceito diferentes descrições, podendo ser, por exemplo, sinónimos ou uma denominação mais usual. As hierarquias correspondem a diferentes classificações: doenças, morfologia, substâncias, descobertas clínicas, estruturas anatómicas ou procedimentos clínicos e as relações entre os conceitos, podem ser de diferentes tipos: localização, agente causador, atributo, acesso e outros.

Neste contexto, a Figura 5.2 representa a estrutura da base de dados e as relações existentes entre as tabelas que pretendem traduzir a estrutura e hierarquias do *SNOMED CT*:

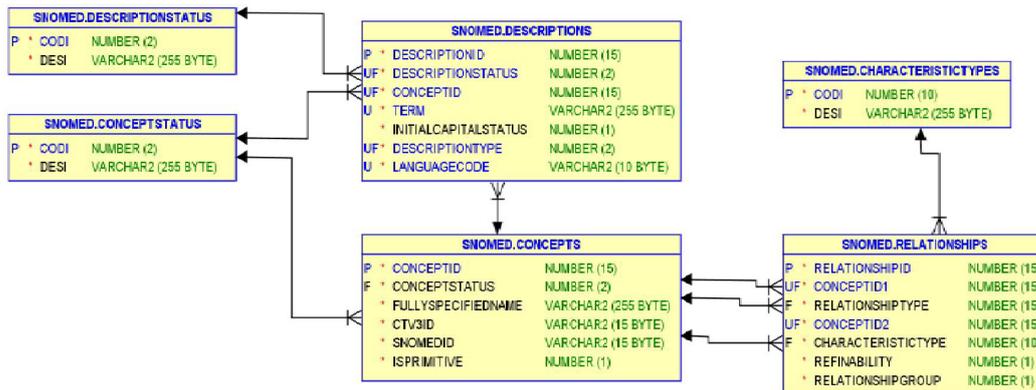


Figura 5.2: Relações da Base de dados *SNOMED CT*.

Tal como é possível verificar na Figura 5.2, as tabelas que compõe a base de dados relacional, utilizada no desenvolvimento da plataforma são:

- *Concepts*: Conceitos;
- *Relationships*: Relações entre conceitos;
- *Descriptions*: Descrições;
- *Conceptstatus*: Estados das descrições (atual, retirado, duplicado, etc.);
- *Characteristicitypes*: Características dos conceitos (definição, qualificador, histórico ou adicional).
- *Descriptionstatus*: Tipos de descrição (não específica, preferida, sinónimo ou nome específico);

A ligação à base de dados a partir da aplicação foi feita através da instalação do cliente *Oracle*, utilizando *Structured Query Language (SQL)* para gerir as atividades de extração do conhecimento da base de dados.

5.2.2 Framework *.NET*

A *framework .NET* é uma tecnologia da Microsoft que suporta a criação e execução de aplicações e *Web Services*. A partir desta é possível desenvolver aplicações com interfaces *Web* e assegurar comunicações integradas e seguras.

As vantagens desta *framework* são várias, salientando-se a capacidade de desenvolver aplicações multiplataforma e a simplificação na implementação das aplicações.

A *.NET* disponibiliza um modelo orientada a objetos para aceder a interfaces de programação de aplicações *Windows API*, permitindo utilizar código nativo existente. Além disso, ainda possibilita que sejam usadas ferramentas e tecnologias para desenvolver aplicações distribuídas baseadas em Internet. [108,109]

Na Figura 5.3 é possível visualizar de forma sintetizada e esquematicamente a arquitetura da *framework .NET*:

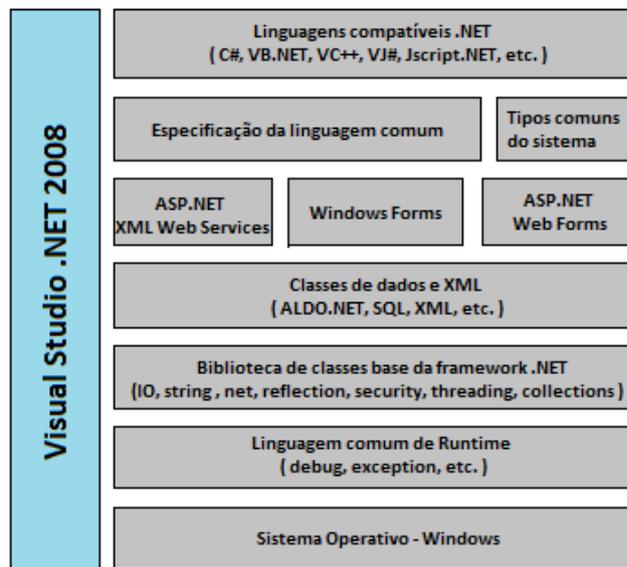


Figura 5.3: Arquitetura da *framework* .NET (adaptado de [108, 109]).

A .NET possui um ambiente composto por várias camadas de execução onde podem ser usadas várias linguagens de programação, assim como diferentes tecnologias que permitem a criação de *Web Forms*, *Web Services* e aplicações Windows.

Na primeira camada surgem as linguagens compatíveis, e na segunda a especificação da linguagem comum e um *standard* para definir os tipos de dados que são usados e declarados. Na terceira camada encontram-se os componentes de nível superior, os *Web Services*, as *Windows Forms* e as *Web Forms*. A camada seguinte é dedicada à utilização de classes para gestão de dados, usando bases de dados ou XML Extensible Markup Language (XML), seguindo-se a camada que contém as classes base que oferecem funcionalidades padrão necessárias para a maioria dos programas. As duas camadas seguintes, agrupam as bibliotecas de classes base da *framework* e as classes de dados e XML.

A camada denominada de linguagem comum de *Runtime*, do inglês *Common Language Runtime* (CLR), é a responsável pelo ambiente no qual os programas são executados, gerir a segurança das aplicações, a memória, os processos e os *threads*, finalizando com o sistema operativo Windows. [108, 109]

A *framework* .NET foi usada para programar a plataforma com a linguagem *C Sharp*, *C#*, usando diversas classes disponíveis para esta *framework*, de forma a manter a coerência do ambiente do CHAA, que utiliza majoritariamente tecnologias baseadas no sistema operativo Windows.

A linguagem *C#* foi desenvolvida para permitir que os programadores .NET criem aplicações *Web* poderosas e de alta qualidade. [110, 111]

O uso de linguagens de programação a que se refere é fornecida pelo *Visual Studio*, que foi o ambiente escolhido para desenvolver o *Web Service* e o *Browser* para atender os requisitos básicos.

A .NET disponibiliza uma biblioteca de classes que fornece aos utilizadores acesso a determinadas funcionalidades do sistema, e as utilizadas encontram-se a seguir descritas [112]:

- **System.Data.OracleClient**: O *Namespace System.Data.OracleClient* contém as classes para o acesso e gestão de dados provenientes de uma base de dados do tipo *Oracle*; Permite ao utilizador conectar-se à base de dados através da introdução das credenciais de acesso, aceder à informação pretendida, e também fazer uma gestão, alteração ou atualização de informação;
- **System.Data.SqlClient**: O *Namespace System.Data.SqlClient* é o provedor de dados da *framework* .NET para *SQL Server* e descreve um conjunto de classes usadas para aceder a uma base de dados *SQL Server* no espaço designado;
- **System.Xml**: O *Namespace System.Xml* é responsável pelo suporte e processamento de *XML*, permitindo ao utilizador criar e editar documentos *XML*, como também ler e interpretar a sua estrutura de dados; Desta forma pode manipular-se informação e armazená-la de uma forma estruturada num documento *XML*;
- **System.Web.Services**: O *Namespace System.Web.Services* consiste em classes que permitem criar *XML Web Services*, usando *ASP.NET* e *XML Web Service Clients*; Os *XML Web Services* são aplicações capazes de trocar mensagens, usando protocolos padrões como *HTTP*, *XML*, *XSD*, *SOAP* e *WSDL*; *XML Web services* permitem a criação de aplicações em ambientes heterogéneos, tornando-os interoperáveis com uma ampla variedade de implementações, plataformas e dispositivos;

As mensagens XML baseados em SOAP desses aplicativos podem ter estruturadas bem definidas;

- **System.Web.UI:** O *Namespace System.Web.UI* fornece classes e interfaces que permitem criar controlos de servidores ASP.NET e páginas Web ASP.NET para a interface dos utilizadores das aplicações da Web. Este *namespace* inclui a classe *Control*, que fornece um conjunto de funcionalidades para todos os controlos de servidor, que inclui controlos de servidor HTML, controlos de servidor Web e controlos de utilizador; Também inclui a classe *Page*, que é gerada automaticamente sempre que uma solicitação é feita para um arquivo *.aspx* numa aplicação Web ASP.NET. O *namespace* também inclui classes que fornecem os controlos de servidor com funcionalidade de análise e de ligação de dados, com capacidade de salvar o estado de exibição de um determinado controlo ou página.

5.2.3 Web Service

A Arquitetura Orientada a Serviços (SOA) é a tecnologia mais recente na integração de aplicações, esta arquitetura permite definir e criar processos transversais suportados por aplicações de diferentes tipos. [58]

O princípio fundamental é a de que as funcionalidades implementadas pelas aplicações devem ser disponibilizadas na forma de serviços, e estes conectados através de interfaces, que por sua vez estão acessíveis através de *Web Services*. A arquitetura SOA é baseada nos princípios da computação distribuída e utiliza o paradigma *request/reply* para estabelecer a comunicação entre os sistemas clientes e os sistemas que implementam os serviços. [113]

A opção por uma aplicação Web deve-se à facilidade de implementação e ao facto de ser a melhor forma de aliar o *Browser* e a aplicação *Android*, conseguindo com esta tecnologia disponibilizar a plataforma em vários dispositivos, fixos e móveis.

O *Web Service*, enquanto solução para disponibilizar serviços é acessível através de ligação à Internet. Este ocupa um lugar central na arquitetura da plataforma para a interoperabilidade semântica, disponibilizando serviços a diferentes aplicações Web. Como é possível observar na Figura 5.4:

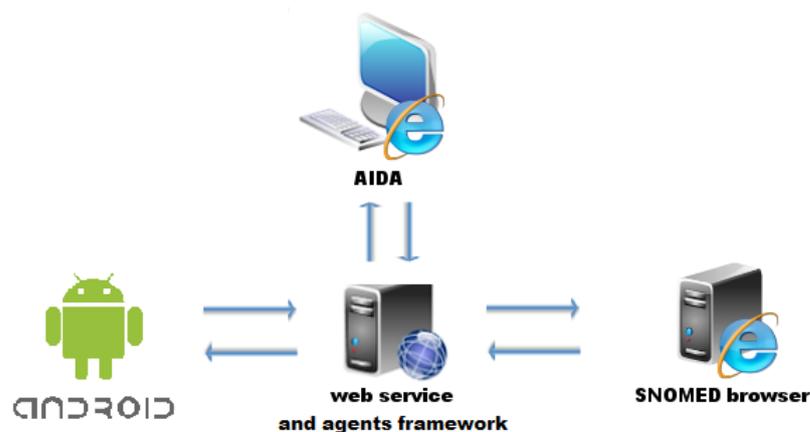


Figura 5.4: Estrutura de funcionamento do *Web Service* (adaptado de [111, 114]).

Assim, é evidente o funcionamento baseado no modelo cliente/servidor, em que o utilizador faz um pedido através de um endereço **Uniform Resource Locator (URL)**. O servidor remoto compreende o pedido do cliente e devolve-lhe as respostas às *queries* de **Structured Query Language (SQL)**, esta resposta é feita em formato **XML**. O **XML** é, neste caso, usado como uma ferramenta na transmissão dos dados clínicos, pois é caracterizado pela facilidade na partilha das informações através da Internet, na validação e na visualização dos dados. É possível de verificar no **Apêndice B** a comunicação descrita. [115]

Generalizando, o cliente executa as aplicações, o *Browser* e a aplicação *Android*, onde podem ser visualizadas várias páginas *Web* que são o resultado da interação com o *Web Service*. Estes resultados estão nos **Apêndice C** e **Apêndice D**.

Os *Web Services* utilizam uma arquitetura de rede que disponibiliza informação e aplicações para os utilizadores, e todos os processos são mediados através da Internet, em que os protocolos usados são **TCP/IP**. [98]

Este modelo assegura independência relativamente à plataforma de registo médico, por outras palavras, a aplicação pode ser instalada noutro **Sistemas de Informação de Saúde (SIS)**, sem necessidade de codificação.

5.2.4 *Browser*

As páginas *Web* podem ser classificadas em dois tipos: estáticas ou dinâmicas, de acordo com o estado do conteúdo no momento em que são acessadas.

As páginas estáticas possuem o conteúdo definido, mas se está parcialmente ou na sua totalidade indeterminado então designam-se de páginas dinâmicas. Nestas últimas, o conteúdo pode ser alterado de uma requisição para outra de acordo com as intenções do utilizador.

Quando o servidor *Web* recebe uma requisição relativa a uma página estática, procura-a e envia-a para o *Browser* que a requisitou, o qual por sua vez recebe as respostas, formata a informação e apresenta-a ao utilizador. São linguagens como o *HTML* e *XHTML* que são utilizadas para a criação deste tipo de páginas, sendo estas a forma original de funcionamento da *Web*. [116]

Neste projeto as páginas são dinâmicas, uma vez que a informação utilizada está em constante atualização, sendo impossível prever o tipo de pedidos feitos pelos utilizadores, no entanto a estrutura de apresentação da página é fixa, sendo apenas atualizada a informação mediante o pedido efetuado. Estas interfaces podem ser consultadas no **Apêndice C**.

Para criar a aplicação *Web* utilizou-se a plataforma *ASP.NET* que é composta por duas tecnologias de desenvolvimento da Microsoft as *Web Forms* e os *Web Services*.

De forma a garantir o dinamismo da página *Web* sempre que um utilizador interage com esta utilizou-se *Asynchronous JavaScript and XML (AJAX)*, pois assim será possível armazenar ou extrair informação a partir de uma ligação ao *Web Service*, num ambiente de background. O *AJAX* permite enriquecer as aplicações *Web*, neste caso atua através do *Browser*, criando interação por parte do cliente, melhorando assim a experiência do utilizador. Este processo está explicitado na Figura 5.5:

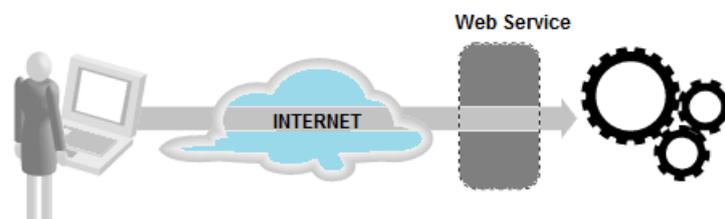


Figura 5.5: *Web Service* utiliza tecnologias da Internet para aceder às aplicações *Web* (adaptado de [110]).

O utilizador efetua um pedido para exibição das páginas *Web* e iniciam-se assim pedidos assíncronos ao servidor. O pedido assíncrono é uma solicitação feita em ambiente *background* para enviar ou receber dados de forma a que o utilizador possa continuar a interagir com a página, enquanto a transferência de dados ocorre. O modelo da Figura 5.5 proporciona fluidez no *Browser*. As aplicações com *AJAX* fazem os pedidos de forma a iniciar a interligação e as respostas a estes pedidos chegam na forma de *XML Extensible Markup Language (XML)* (como o *Simple Object Access Protocol (SOAP)*), como é possível ver no **Apêndice B** as respostas enviadas pelo *Web Service*.

Mas há outras tecnologias que sustentam estes processos [110]:

- A *HyperText Markup Language (HTML)* serve para estruturar a aplicação fornecendo formas de identificação dos campos e controlos dos mesmos;
- O *JavaScript* usado paralelamente com o *AJAX* coordena a comunicação das aplicações com o servidor;
- A *Dynamic HyperText Markup Language (DHTML)* permite a atualização dinâmica;
- O *Document Object Model (DOM)* é auxiliar do *JavaScript* para trabalhar com *HTML* e *XML*;

A utilização de diferentes tecnologias permitiu a criação de uma aplicação independente do sistema de integração, possibilitando assim dois modos de utilização: *online* e *offline*, isto é, com e sem o intermédio do *Web Service*. O que traz vantagens para situações em que os sistemas possam estar indisponíveis e para os casos em que não há necessidade de atualizar o *Registo Clínico Eletrónico (RCE)*, apenas consulta e pesquisa de informação.

5.2.5 *Android*

O *Android* é um conjunto de *softwares* para dispositivos móveis que inclui um sistema operacional, *middleware* e aplicações. O sistema operacional é baseado no *Linux Kernel*, e que tem dominado o mercado de *smartphones* desde o final de 2010. [117]

O aplicativo para *Android* foi desenvolvido com as ferramentas de desenvolvimento do *Android Development Tools (ADT)*, que é um *plugin* para o *Eclipse IDE*. Com *ADT* os recursos do *Eclipse* são potenciados, permitindo configurar rapidamente novos projetos *Android*, criar uma interface de aplicação do utilizador, adicionar pacotes com base na *Android Framework API* e avaliar os aplicativos com as ferramentas do *Android Software Developer Kit (Android SDK)*. [114]

Além do *ADT*, fornece editores *XML* personalizados para ajudar a criar e editar manifestos, recursos, menus e *layouts*, que facilita a integração com o *Web Service*.

Para executar e testar esta aplicação foi utilizado um emulador, um dispositivo móvel virtual, que é executado no *Android SDK*. O emulador permite desenvolver e testar os aplicativos *Android* sem o uso de um dispositivo, o que facilitou as etapas iniciais de desenvolvimento e testes do projeto, resultando nas interfaces que podem ser consultadas no **Apêndice D**.

5.3 Plataforma para a Interoperabilidade

A plataforma para a interoperabilidade tem como alvo os profissionais de saúde, que não têm formação na informática, pelo que na ótica do utilizador as características mais importantes são o *design* e as funcionalidades. Como tal, todo o funcionamento e apresentação das interfaces procuram ser intuitivas, simples e de fácil compreensão e utilização, pois o objetivo é criar mecanismos para melhorar a prestação de cuidados, e não o contrário.

5.3.1 *Design* e Funcionalidades

O principal objetivo da aplicação *web* é verificar os benefícios obtidos ao garantir interoperabilidade semântica nos relatórios do serviço de Anatomia Patológica, sendo fulcral o *design* e funcionalidades que esta possui. Assim, desenvolveram-se duas aplicações:

- Um *Browser* de classificação de termos médicos e de diagnósticos, que é sugerido de acordo com a localização, etiologia e morfologia da amostra, seguindo requisitos exigidos pelo serviço de Anatomia Patológica do CHAA;
- Uma aplicação para dispositivos móveis que permite pesquisar informação da base de dados [SNOMED CT](#) quanto a termos clínicos e código [SNOMED CT](#), mas também quanto à localização, à morfologia e à etiologia das classificações efetuadas.

A funcionalidade de classificação, de um determinado diagnóstico ou termo médico, é sugerida de acordo com a localização, a etiologia e a morfologia da amostra, como é possível verificar nas figuras do **Apêndice C**. Estas opções de pesquisa são essenciais para não serem cometidos erros na classificação e permitem verificar quais são as doenças associadas a uma localização ou morfologia em particular, mas a função de pesquisa também pode acontecer por termo ou código [SNOMED CT](#), de forma a verificar as correspondências de localização e da morfologia das doenças.

Seguindo a estrutura do [SNOMED CT](#), é possível adicionar mais informações ao registo quanto ao local da amostra, nomeadamente quais os relacionamentos associados de "*part of*" e "*laterality*", que também são sugeridos mediante o termo ou código introduzido na localização. À medida que vão sendo introduzidos conceitos, o universo de pesquisa vai sendo reduzido, existindo quase sempre só uma única sugestão quanto à etiologia, apoiando o médico na tomada de decisão.

No fim de serem introduzidos todos os campos de preenchimento existe o botão "registar" e o botão "cancelar", podendo então ser usada esta aplicação só para pesquisa de termos, pois ao premir o botão "cancelar" todos os campos ficam em branco, sem que tenha existido qualquer classificação. Esta classificação deve ser efetuada pelo médico que relata a análise da anatomia patológica.

Outra funcionalidade do *Browser* é o facto de manter visíveis os registos mais recentemente executados, o que facilita em casos de consulta do histórico.

Para poder efetuar o registo ou eliminar registos do histórico é necessário colocar uma *password* na caixa de texto ao lado direito dos botões em questão, este acesso só é dado a alguns utilizadores, pelo que se a *password* não for aceite o *Browser* apenas pode ser usado para pesquisa de termos.

Uma vez que este *Browser* tem inicialmente o pressuposto de utilização pelo serviço de Anatomia Patológica do CHAA, o *design* segue a linha das aplicações implementadas neste serviço, como forma de trazer maior aceitabilidade por parte dos utilizadores do serviço.

Na aplicação *Android* o utilizador tem obrigatoriamente que efetuar *login* para poder progredir para as restantes funcionalidades que a plataforma disponibiliza, como pode ver-se no **Apêndice D**.

A aplicação *Android*, como pretende caracterizar a disponibilidade de funcionalidades em dispositivos móveis, apenas se considerou ter interesse a opção de pesquisa, por ser a de caráter de consulta mais rotineiro e exequível para uma aplicação móvel. Aliás, as aplicações deste género, existentes no mercado, como por exemplo "*IMO terminology browser*" apenas assumem esta funcionalidade, justificando, precisamente com os estudos feitos com profissionais de saúde, mostrando que as situações de utilização são momentos em que se procuram respostas rápidas e concretas.

No entanto, e completando as funcionalidades habitualmente existentes nas aplicações deste segmento, é possível fazer pesquisa por código do **SNO-MED CT**, para além de termos clínicos, de localização, de morfologia e de etiologia.

Esta aplicação tem também interesse para os utentes, o que poderá constituir uma abordagem futura. Isto porque, na emissão do relatório médico consta o código **SNOMED CT**, para além do texto médico que o acompanha, e está estudado que as páginas e aplicações médicas são as mais procuradas no universo da Internet, assim seria importante disponibilizar aos utentes informação segura e coerente sobre a informação médica presente nos relatórios clínicos. Quanto ao design, optou-se por linhas simples, já projetando a possível disponibilização a qualquer tipo de utilizador.

As funcionalidades disponibilizadas no *Browser* e na aplicação *Android* não são exatamente as mesmas, no entanto, as várias abordagens permitem que de várias formas sejam projetadas formas de cumprir o objetivo de interoperabilidade semântica, oferecendo ainda várias funcionalidades que permitem melhorar de forma direta a prestação de cuidados de saúde:

- Pesquisa de conceitos *SNOMED CT* a partir de várias opções;
- Classificar termos anatómicos e diagnósticos, indicando localização e morfologia da amostra;
- Gerar historial de registo clínico por ordem cronológica;
- Apoiar a tomada de decisão de diagnóstico dos exames de Anatomia Patológica.

5.3.2 Integração e Avaliação

O serviço de Anatomia Patológica foi o pioneiro na implementação da terminologia *SNOMED CT* nos *Sistemas de Informação de Saúde (SIS)* do *Centro Hospitalar do Alto Ave (CHAA)*, para produzir relatórios clínicos com normalização de conceitos e avaliar os benefícios do seu uso num contexto real, mas após ser sujeita a vários tipos de avaliação prevê-se a sua integração em mais serviços, disponibilizados pela *AIDA*, no entanto este processo ainda vai necessitar de alguns ajustes da plataforma, dependendo dos serviços.

Da mesma forma que é necessário criar interoperabilidade nos *RCE*, no que diz respeito à informação das várias especialidades, pelo que nesta fase há necessidade em continuar o estudo dos arquétipos *openEHR*.

A fase de avaliação é de extrema importante, pois pode levar a conclusões que exijam voltar a repensar etapas anteriores da metodologia de investigação, *Design Research*, e uma vez que permite verificar se a interface desenvolvida é capaz de ser utilizada de uma forma fácil, segura e agradável. É importante avaliar para perceber como vai ser aceite a aplicação pelo público-alvo, pois mesmo que este seja muito reduzido, cada utilizador possui a sua forma de interpretar a interface. [118]

Assim, para efetuar uma avaliação completa recorreram-se a métodos quer do ponto de vista do criador como do utilizador, nomeadamente, a avaliação heurística e o questionário de usabilidade.

Estes foram os métodos escolhidos, pois com a avaliação heurística é possível detetar entre 40% a 60% dos problemas de usabilidade que surge numa experiência com utilizadores e com os questionários é possível compreender se o *design* da interface contribui para a satisfação ou frustração dos utilizadores, é a ferramenta ideal para conhecer o *feedback* dos utilizadores. [118]

A usabilidade mede a dificuldade/facilidade em usar algumas aplicações por utilizadores que não estão preparados, levando a uma necessidade de avaliação no desenvolvimento de produtos e design dos produtos. Assim, o termo usabilidade ganhou muita importância à medida que mais pessoas dependem de dispositivos técnicos para levar a cabo tarefas quer no trabalho como em casa.

Para definir usabilidade são considerados cinco atributos fundamentais: aprendizagem, eficiência, memorização, erros e satisfação. Estes são os componentes de qualidade necessários para definir usabilidade, mas que, dependendo do tipo de aplicação, uns podem ser mais importantes que outros.

A usabilidade nas aplicações para Sistemas de Informação de Saúde (SIS) é um fator importante na disponibilização de informação do utente, pois pesquisas realizadas têm mostrado que em alguns casos a tecnologia médica pode aumentar o risco de erro humano, por exemplo em casos de deficiente *design* da tecnologia. [119]

A avaliação heurística baseia-se no sucesso do utilizador na execução de uma tarefa, no tempo gasto em cada tarefa e o número de páginas acedidas para a realização de cada tarefa. Esta avaliação é efetuada por uma equipa de avaliadores especialistas em usabilidade que examinam a interface de acordo com as heurísticas. Para além das conclusões que permite obter, este método tem outras vantagens: é rápido, barato e a avaliação é realizada de forma fácil.

A aplicação é avaliada de acordo com as heurísticas recomendadas por *Jakob Nielsen* que servem para criar *checklists* do que está correto e incorreto na aplicação, baseando as decisões quanto aos problemas numa escala igualmente desenvolvida por *Jakob Nielsen*, esta escala possui 5 níveis [118]. Quer as heurísticas, como a escala, estão no formulário utilizado, **Apêndice E**.

Para além da avaliação heurística da aplicação *Web*, foi elaborado um questionário, presente no **Apêndice E**, para avaliar a aplicação do ponto de vista do utilizador, e assim identificar possíveis alterações ou melhorias a implementar. Este formulário foi elaborado, seguindo as *guidelines* disponibilizadas pelo *Usability.gov*, administrado pela Divisão de Comunicação Digital do Departamento dos **EUA** de Saúde e Serviços Humanos. Os recursos disponibilizados focam-se na experiência do utilizador, melhores práticas e orientações, direcionada para profissionais e estudantes em setores públicos e privados. A visão geral do processo de *design* é centrado no utilizador e várias disciplinas de experiência do utilizador, abrangendo também as informações relacionadas com a metodologia e ferramentas para tornar os conteúdos digitais mais utilizados e úteis, por esta razão a opinião dos utilizadores deve também ser avaliada. [120]

A avaliação da usabilidade é essencial, para perceber se os requisitos estão cumpridos e se o objetivo principal do desenvolvimento da aplicação foi alcançado.

5.4 Resultados

A avaliação foi feita do ponto de vista da usabilidade da aplicação *Web*, resultando em diferentes aspetos nas várias heurísticas. Os resultados são agora sintetizados de forma a justificar as conclusões observadas:

- A heurística de **visibilidade do estado do sistema** é cumprida, o sistema mantém os utilizadores informados sobre o que está acontecer, através de *feedback* apropriado em tempo útil;
- Verifica-se **coerência entre o sistema e o mundo real**, pois é utilizada uma linguagem adequada aos utilizadores e é seguida a ordem natural e lógica do ambiente real;
- Há **controlo e liberdade do utilizador** nas suas escolhas, quer para avançar na aplicação, como para retroceder nas opções tomadas;
- Existe **consistência e standards** em toda a aplicação, não há vocabulário ambíguo nem opções dúbias quanto à funcionalidade;
- Há **prevenção de erros** através de mensagens a alertar o tipo de informação de preenchimento é aceite num determinado campo e também

no tipo de ação que um determinado botão efetua;

- O **reconhecimento em vez de recordação** está implícito ao serem apenas apresentadas informações nos momentos indicados, o que permite aos utilizadores minimizar a carga de memória;
- A **flexibilidade e eficiência de uso**, no que diz respeito a comandos invisíveis para facilitar a experiência enquanto utilizador, não estão implementados na sua totalidade;
- Está estruturado num **design estético e minimalista**, onde só está descrita a informação necessária, com total visibilidade de toda a estrutura, agregando esta a simplicidade possível para este tipo de aplicação;
- A **ajuda a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros** está presente na forma de mensagens de erro, expressas numa linguagem clara, a indicar precisamente o problema e a sugerir uma solução;
- Quanto à **ajuda e documentação** assinala-se a maior lacuna, pois ainda que seja melhor que o sistema possa ser usado sem documentação, é necessário fornecer ajuda e qualquer informação sobre a página deve ser fácil de pesquisar e de listar os passos concretos a serem realizados.

Esta avaliação permitiu observar que a aplicação está construída segundo parâmetros sólidos para o sucesso da aplicação, no entanto existem aspetos a melhorar e outros a incluir na aplicação, como o desenvolvimento de um manual do utilizador.

A utilização dos dois métodos de avaliação de usabilidade permite obter dois tipos de opiniões: a dos especialistas e a dos utilizadores. Além disso, permite comparar os resultados obtidos nos dois tipos de avaliação e compreender se a aplicação poderá ser implementada noutros serviços. No entanto, até ao momento ainda não está disponível a resposta ao questionário de usabilidade para que esta comparação possa ser feita, por isso as conclusões tiradas têm em consideração apenas a avaliação heurística.

5.5 Conclusão

As tecnologias para o desenvolvimento de *Web Services* e páginas *Web* estão bem documentadas o que permite um estudo profundo das mesmas, auxiliado pelo facto de existirem versões de software para o desenvolvimento destas gratuito. Com as tecnologias utilizadas, os resultados obtidos foram muito bons, mas o que não impede o contínuo estudo deste tema, quer pela sua atualidade e importância para os **Sistemas de Informação de Saúde (SIS)**, como pelo facto de estarem constantemente a serem desenvolvidos novos *softwares* que podem apresentar soluções diferentes, importantes para fazer comparações e conduzir a plataforma numa evolução, permitindo chegar a outros serviços hospitalares.

Com os resultados obtidos, foi possível confirmar a teoria de que a interoperabilidade semântica, para além de essencial no **Registo Clínico Eletrónico (RCE)**, pode mesmo evitar erros na prestação de cuidados de saúde por tornar o **RCE** objetivo e preciso.

A classificação dos resultados dos exames, baseando os conceitos numa codificação através do **SNOMED CT**, é indispensável para otimizar a uniformização dos registos e melhorar a qualidade dos cuidados de saúde prestados, assim como a avaliação dos mesmos, pois cria as condições para a produção de resultados estatísticos relevantes para tirar conclusões sobre o serviço de Anatomia Patológica.

Para finalizar a metodologia de investigação, *Design Research*, é possível concluir com a avaliação heurística efetuada, que apenas é motivo de sinalização o facto da aplicação *Web* que não possui um suporte de ajuda ao utilizador, daí que no futuro deverão ser implementadas medidas, como a construção de um manual do utilizador e incorporação de uma opção de "Ajuda" na página onde deve estar um mapa com a explicação de todas as funcionalidades da aplicação e também soluções para os erros mais comuns na utilização da mesma.

Capítulo 6

Conclusão

O projeto desenvolvido atua no âmbito da interoperabilidade semântica nos sistemas de *eHealth*, temática de elevado relevo e que se tem tornado o foco principal de ação das mais importantes instituições mundiais de saúde. A importância da partilha de informação, por parte das instituições prestadoras de cuidados de saúde entre especialidades e serviços, está agora ao nível da segurança e normalização dos conteúdos partilhados, onde este projeto se encaixa como uma forma de garantir que a distribuição dos conteúdos seja feita sem ambiguidade e com consistência de dados.

Numa primeira etapa, foram estudados os sistemas de *eHealth* e *mHealth*, o que permitiu depois organizar uma metodologia que conduziu à implementação da interoperabilidade semântica, da qual resultou uma plataforma composta por duas unidades que permitem responder aos requisitos de *eHealth* e *mHealth*. Para tal, foi também necessário estudar as normas utilizadas no RCE e que permitem a uniformização do mesmo, normas de representação, de comunicação e de imagem, assim como o estudo de ontologias para uma estruturação normalizada do RCE e que garanta a interoperabilidade.

Foram identificadas várias tecnologias como forma de implementar no serviço pioneiro de integração, o serviço de Anatomia Patológica, com recurso à nomenclatura SNOMED CT, resultando em aplicações *Web* e *Android*, com várias funcionalidades e com características de usabilidade devidamente avaliadas e com excelentes resultados.

Apesar do caráter independente dos capítulos, foram colocadas algumas questões no Capítulo 1 - Introdução - que se pretendiam ser respondidas ao longo dos restantes. Desta forma, como forma de fazer a ponte sobre todos os conceitos e tecnologias abordadas, as questões estão sinteticamente respondidas a seguir:

Questão 1: Quais as vantagens e limitações em uniformizar o RCE?

O RCE permite agrupar toda a informação que diz respeito ao utente o que é muito vantajoso, mas que pode trazer problemas dependendo da forma como está estruturada esta informação. Pois, uma vez que agrega uma grande quantidade de informação, pode levar a um aumento de complexidade na tomada de decisão, informação replicada, e dispersão da informação. Uma forma de introduzir coerência no RCE é codificando os conteúdos, tornando-o uniformizado, garantindo assim que a informação está computorizada, tornando o acesso à informação mais rápido, permitindo a elaboração de estatísticas, que assim conduzem à diminuição dos custos. No Capítulo 2 há uma secção dedicada ao RCE.

Questão 2: Como tornar os SIS interoperáveis?

Como abordado nos Capítulos 2 e 3 existem diferentes SIS nas instituições de saúde portuguesas e internacionais, pelo que a interoperabilidade é a forma de garantir a correta comunicação entre estes. Uma vez que a introdução de interoperabilidade nos SIS é um processo moroso, pois é necessário conhecer as diferenças entre os sistemas, existem vários níveis de interoperabilidade que devem ser implementados até alcançar um estado ideal. Os vários níveis são garantidos por tecnologias de *eHealth emHealth* que atuam nos diferentes aspectos da estrutura dos sistemas. Uma das formas de conduzir à interoperabilidade dos SIS é a plataforma desenvolvida neste projeto.

Questão 3: Como está estruturado o SNOMED CT?

O SNOMED CT está estruturado em conceitos, descrições e relações, o que faz com que seja uma nomenclatura sistematizada e hierarquizada. É composta por mais de 311 mil conceitos ativos e definições baseadas em lógica formal, existindo mais de 1 milhão de relacionamentos entre os conceitos. É precisamente esta estrutura que o torna ideal para a utilização em RCE, pois

facilita a organização e a interoperabilidade entre sistemas de informação e permite a codificação, armazenamento, troca e agregação de dados médicos e clínicos normalizados. Contribuindo para a otimização da prestação de cuidados de saúde ao garantir interoperabilidade semântica entre os vários sistemas disponíveis nas unidades de saúde. O estudo completo da estrutura do **SNOMED CT** está disponível no Capítulo 4.

Questão 4: Porque é que o **SNOMED CT é a norma mais indicada para o serviço de Anatomia Patológica?**

A própria estrutura do **SNOMED CT** justifica o facto desta ser a mais indicada para o serviço de Anatomia Patológica, o facto de estar dividida em conceitos, descrições e relações enquadra-se nas várias análises efetuadas em Anatomia patológica. Para além dos serviços de Anatomia Patológica o **SNOMED CT** é indicada para outras especialidades e serviços, pois tem a capacidade de representar informação em comum com outras normas internacionais, como por exemplo o **ICD**.

Por estas razões, está reconhecido, tanto em território nacional como internacional, a necessidade de integração em aplicações de *software* das Unidades de Saúde, comprovado pelo recente investimento dos **SPMS** na adesão à **IHTSDO**, instituição proprietária do **SNOMED CT**, e à formação de equipas especializadas na integração do mesmo nos **SIS** portugueses. Esta questão é abordada ao longo de toda a dissertação, mas a explicação mais aprofundada encontra-se no Capítulo 4.

Questão 5: Quais as tecnologias mais indicadas para desenvolver a plataforma?

Existem muitas tecnologias para desenvolver *software*, no entanto, a decisão foi tomada tendo em consideração as possíveis implementações da mesma nas instituições de saúde portuguesas e os **SIS** nelas existentes, mais concretamente na plataforma para a interoperabilidade **AIDA**. E uma vez que a **AIDA** usa as tecnologias **SOA** e **MAS** a escolha deveria recair sobre tecnologias compatíveis com estas. Assim, do estudo presente no Capítulo 4 resultou a opção por uma arquitetura cliente/servidor, com o desenvolvimento de um *Web Service* com comunicação através de **XML** entre as aplicações *Web*, *Browser* e *Android*, explicitadas no Capítulo 5.

A decisão pelo *Web Service* é a mais indicada, uma vez que o conhecimento clínico não é estático e esta tecnologia permite a atualização constante.

A outra razão para esta escolha foi o facto de tornar a aplicação independente da **AIDA**, evitando quebra total dos serviços se por alguma razão o acesso à **AIDA** ficar indisponível, o que não significa que se preteriu a utilização do **MAS**, aliás, esta deve ser a tecnologia escolhida para aumentar o nível de implementação da plataforma.

Questão 6: Quais as principais características e funcionalidades que a plataforma deve assegurar e quais as que assegura?

O objetivo principal da plataforma é o de criar estruturas que garantam a interoperabilidade semântica dos **SIS**, isto significa a criação de aplicações que normalizem a informação médica e clínica para uma comunicação segura de conteúdos entre os diferentes **SIS**. Para tal, foi necessário escolher uma nomenclatura, sendo o **SNOMED CT** o responsável por normalizar os conteúdos, e uma vez que o sistema piloto se tratava do serviço de Anatomia Patológica interessou selecionar propriedades analisadas nos exames desta especialidade, nomeadamente a localização, a morfologia e a etiologia da amostra analisada.

Neste sentido, a classificação das amostras, seguindo os parâmetros anteriormente citados, é a funcionalidade de principal interesse, mas que só pode ser corretamente efetuada se existir possibilidade de pesquisa de conteúdos da nomenclatura. E, aproveitando a estrutura hierárquica, resultante das relações entre conceitos de **SNOMED CT**, criar um afinamento entre as relações para que conduzam a um possível diagnóstico.

Sintetizando, foram desenvolvidas diferentes funcionalidades: classificação, pesquisa e apoio à tomada de decisão médica, que podem ser consultadas no Capítulo 5.

Questão 7: Qual o impacto resultante para o serviço de Anatomia Patológica?

A avaliação da qual a aplicação *Web* foi alvo permitiu concluir que do ponto de vista da usabilidade podem e devem ser feitas melhorias mas que estas não comprometem o desempenho da mesma nas funcionalidades anteriormente abordadas. Pelo que, para o serviço de Anatomia Patológica permitiu compensar uma grande lacuna no que diz respeito à interoperabilidade dos sistemas, pois como abordado no Capítulo 4, há pouco interesse em abordar a interoperabilidade por parte dos fornecedores de alguns sistemas, mas a interoperabilidade introduzida pela plataforma permitiu automatizar

procedimentos, reduzir a ambiguidade e aumentou a consistência nos registos dos testes laboratoriais.

Assim, esta surge como uma alternativa que se mostrou viável e com futuro para ser implementada em outros serviços e especialidades, necessitando sempre de ajustes às características próprias de cada serviço.

Concluindo, as plataformas de *eHealth* e *mHealth* demonstraram ser uma excelente forma para conferir interoperabilidade semântica nos relatórios do serviço de Anatomia Patológica, para além das vantagens diretas, há um conjunto de benefícios que lhes estão inerentes pelo facto da transmissão da informação ser normalizada, sem ambiguidade e consistente.

Os benefícios vão desde a melhor prestação de cuidados de saúde, maior segurança para o utente, pois há menor risco de erro médico, partilha de boas práticas clínicas e ainda se estima que uma implementação nacional ou internacional de sistemas para a interoperabilidade semântica permita reduções de custos na ordem dos milhões de euros.

A área de interoperabilidade semântica possui um grande potencial, pelo que se deve continuar a realizar estudos e projetos que permitam a sua integração em larga escala geográfica, sendo para isso desenvolvidas ou melhoradas metodologias já existentes.

6.1 Trabalho Futuro

Apesar de se ter desenvolvido uma plataforma que cumpre as funcionalidades requeridas e de se ter contribuído cientificamente com uma ferramenta promotora de interoperabilidade semântica nos SIS, há sempre aspetos a melhorar e que permitem responder à última questão.

Questão 8: Que alterações ou melhorias podem ser efetuadas ao projeto no futuro?

A importância desta questão levou a que a sua resposta seja toda uma secção deste último capítulo, pois em ciência só há avanço se para além de se reconhecer os erros, se apresentarem novas soluções que permitam evitar esses erros, ou que impulsionem o trabalho desenvolvido com apresentações de melhorias, que tanto podem decorrer do surgimento de novas tecnologias, como do facto de ser seguida uma metodologia diferente de estudo.

Dentro de uma unidade de saúde, os sistemas são heterogêneos e falam "linguagens" diferentes, precisando de especificação, devido aos diferentes utilizadores e funcionalidades. Estes são os principais obstáculos à interoperabilidade da informação do RCE. Do ponto de vista das linguagens, foi projetada uma solução que se mostrou de sucesso, mas na questão da estrutura do RCE é necessário prosseguir o estudo dos arquétipos do openEHR, sendo ideal a criação de arquétipos, por exemplo, para a morfologia da amostra. Desta forma, poderia estruturar-se todos os principais componentes dos relatórios de Anatomia Patológica.

Uma vez que a utilização da tecnologia SOA, através de *Web Services* já está implementada, deveria agora fazer-se a integração em SIS através de um MAS, e, como muitos dos sistemas existentes nos serviços de saúde portugueses ainda não utilizam o SNOMED CT, seria prudente fazer o mapeamento deste com a ICD, pois está mais presente nos SIS.

Da avaliação de usabilidade efetuada, depreendeu-se que seria de interesse para o utilizador a elaboração de manuais de utilização das aplicações, assim como a inclusão de um componente de "Ajuda" nas interfaces. Neste componente deveria ser possível esclarecer dúvidas frequentes dos utilizadores, que seriam determinadas através de um estudo aprofundado dos resultados do questionário de usabilidade, já elaborado.

A interação da plataforma com uma ferramenta capaz de reproduzir dados estatísticos seria uma mais valia, quer para avaliar os resultados mais pesquisados e classificados, para os profissionais de saúde poderem ter mais material de estudo para prepararem abordagens, no sentido da qualidade dos cuidados de saúde prestados. Da mesma forma, a existência de aspetos estatísticos que sobressaiam, permite que sejam tomadas medidas para melhorar as funcionalidades das aplicações.

A forma de tornar expressivo o trabalho desenvolvido é poder partilhar com a comunidade científica o método e os resultados obtidos com este projeto, pelo que como última sugestão seria oportuna a produção de mais artigos que reproduzam o contributo científico obtido.

Bibliografia

- [1] J. Duarte, M. Salazar, C. Quintas, M. Santos, J. Neves, A. Abelha, and J. Machado, "Data quality evaluation of electronic health records in the hospital admission process." IEE Computer Society, 2010.
- [2] "The international health terminology standards development organisation - snomed ct technical implementation guide," 2012.
- [3] R. Rogers, Y. Peres, and W. Muller, "Living longer independently – a healthcare interoperability perspective," *Elektrotechnik und Informationstechnik*, vol. 127, pp. 206–211, 2010.
- [4] V. Stroetmann, D. Kalra, P. Lewalle, A. Rector, J. Rodrigues, K. Stroetmann, G. Surjan, B. Ustun, M. Virtanen, and P. Zanstra, *Semantic Interoperability for better health and Safer Healthcare*. European Commission, Research and Deployment Roadmap for Europe, 2009.
- [5] J. Duarte, F. Portela, M. Santos, A. Abelha, and J. Machado, "Electronic health record in dermatology service," *Computer and Information Science*, pp. 156–164, 2011.
- [6] C. Martínez-Costa, M. Menárguez-Tortosa, and J. Fernández-Breis, "Clinical data interoperability based on archetype transformation," *Journal of Biomedical Informatics*, no. 44, pp. 869–880, 2011.
- [7] S. Araújo, J. P. Faria, and J. M. Cruz, *Propostas de Melhoria da Segurança dos Sistemas de Informação Clínica em Portugal*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, 2007.
- [8] H. Peixoto, M. Santos, A. Abelha, and J. Machado, "Intelligence in interoperability with aida," *20th International Symposium on Methodologies for Intelligent Systems, World Intelligence Congress, Lecture Notes in Computer Science*, vol. 7661, 2012.
- [9] M. Miranda, J. Duarte, A. Abelha, J. Machado, and J. N. J. Neves, "Interoperability in healthcare." Proceedings of the European Simulation and Modelling Conference, 2010.
- [10] J. Machado, A. Abelha, P. Novais, and J. Neves, "Quality of service in healthcare units," *International Journal of Computer Aided Engineering and Technology*, vol. 2, no. 4, pp. 436–449, vol. 2, no. 4, pp. 436–449, 2010.

- [11] J. Machado, M. Miranda, P. Gonçalves, A. Abelha, J. Neves, and A. Marques, “Aidatrace - interoperation platform for active monitoring in healthcare environments,” 2010.
- [12] M. Amatayakul, *Electronic Health Records - A Practical Guide for Professionals and Organizations*, 2004.
- [13] J. Machado, V. Alves, A. Abelha, and J. Neves, “Ambient intelligence via multiagent systems in the medical arena,” *EIS, Universidade do Minho, Portugal*, 2007.
- [14] D. Kalral, “Electronic health record standards,” *IMIA Yearbook of Medical Informatics*, pp. 136–144, 2006.
- [15] D. Lee, R. Cornet, and F. Lau, “Implications of snomed ct versioning,” *International Journal of Medical Informatics*, vol. 6, no. 80, pp. 442–453, 2011.
- [16] “Ihtsdo - international health terminology standards development organisation,” 2014. [Online]. Available: www.ihtsdo.org/
- [17] “Snomed ct e interoperabilidade semântica nos sistemas de informação da saúde - ministério da saúde,” 2014. [Online]. Available: <http://spms.min-saude.pt/blog/2014/04/15/snomed-ct-e-interoperabilidade-semantica-nos-sistemas-de-informacao-da-saude/>
- [18] I. T. I. H. T. S. D. Organisation, “Snomed ct – adding value to electronic health records,” 2014. [Online]. Available: http://ihtsdo.org/fileadmin/user_upload/Docs_01/Publications/SNOMED_CT/SnomedCt_Benefits_20140219.pdf
- [19] J. Weber-Jahnke, L. Peyton, and T. Topaloglou, “ehealth system interoperability,” *Information Systems Frontiers*, pp. 1–3, 2012.
- [20] R. Marinho, J. Machado, and A. Abelha, “Processo clínico electrónico visual,” *Universidade do Minho, Portugal*, 2010.
- [21] H. A. C. I. S. Events, “A semantic foundation for achieving hie interoperability,” 2011. [Online]. Available: www.medicity.com
- [22] M. Eichelberg, T. Aden, J. Riesmeier, A. Dogac, and G. Laleci, “A survey and analysis of electronic healthcare record standards,” *ACM Computing Surveys*, vol. 4, no. 37, pp. 277–315, 2005.
- [23] J. Tello, M. Ángel Urbán, A. Carrero, and C. Nuzzi, “Medical terminology browsers - how usable are them for describing clinical archetypes?” *HEALTHINF - Proceedings of the International Conference on Health Informatics*, 2012, pp. 413–418.
- [24] R. Espanha and R. Fonseca, *Plano Nacional de Saúde 2011-2016 - Tecnologias de Informação e Comunicação*. Alto Comissariado da Saúde, 2010.
- [25] O. Ozogul, E. Karsak, and E. Tolga, “A real options approach for evaluation and justification of a hospital information system,” *Journal of Systems and Software*, vol. 82, no. 12, pp. 2091–2102, 2009.
- [26] K. Laudon, J. Laudon, and M. Brabston, *Management Information Systems - Managing the Digital Firm*, 2012.
- [27] R. Haux, “Medical informatics - past, present, future,” *International Journal of Medical Informatics*, no. 79, pp. 599–610, 2010.

- [28] R. Hoyt, M. Sutton, and A. Yoshihashi, *Practical Guide for the Healthcare Professional*. University of West Florida, School of Allied Health and Life Sciences, Medical Informatics Program, 2009.
- [29] W. H. O. Geneva, “Design and implementation of health information systems,” 2000. [Online]. Available: http://rhinonet.org/files/2013/06/hmis_chapter10_resources.pdf
- [30] H. I. . M. S. Society, “History of the healthcare information and management systems society,” 2013. [Online]. Available: https://www.himss.org/files/HIMSSorg/content/files/HistoryHIMSS_January2013.pdf
- [31] M. Miranda, M. Salazar, F. Portela, M. Santos, A. Abelha, J. Neves, and J. Machado, “Multi-agent systems for hl7 interoperability services,” *Procedia Technology*, no. 5, pp. 725–733, 2012.
- [32] R. Haux, “Individualization, globalization and health—about sustainable information technologies and the aim of medical informatics,” *International Journal of Medical Informatics*, vol. 75, no. 12, pp. 795–808, 2006.
- [33] S. Serviço de Consultoria e Informática, *Definição da arquitetura de interoperabilidade dos sistemas de informação integrada na saúde - Relatório de características, requisitos e práticas*. Capgemini Portugal, 2009.
- [34] A. Winter, R. Haux, E. Ammenwerth, B. Brigl, N. Hellrunge, and F. Jahn, *Health Information Systems*. Springer, 2nd Ed., 2011.
- [35] H. Peixoto, J. Duarte, A. Abelha, M. Santos, and J. Machado, “Scheduleit – open-source preventive actions management platform in healthcare information systems,” *Procedia Technology*, no. 5, pp. 734–742, 2012.
- [36] P. Silva, C. Quintas, M. Santos, A. Abelha, and J. Machado, “Step towards fault forecasting in hospital information systems,” *5th International Conference on Bio-Medical Engineering and Informatics, China*, 2012.
- [37] J. Zaleski, *Integrating Device Data into the Electronic Medical Record*, 2008.
- [38] W. Kirch, *Encyclopedia of public health*, 2008, vol. 1154.
- [39] S. Al-Fallogi, *Secure Access of Patient’s Medical and Clinical Data Using HL7 Protocol*. University of Malaya, Malasia, 2009.
- [40] M. da Saúde, “Rse – registo de saúde electrónico,” 2009. [Online]. Available: http://www.acss.min-saude.pt/Portals/0/RSER1_Estado_da_Arte_V3.pdf
- [41] D. Kalral and D. Ingram, “Electronic health record,” *Information Technology Solutions for Healthcare - Health Informatics*, pp. 135–181, 2006.
- [42] D. C. and Julia Schneider, “Enhancing the visibility of np practice in electronic health records,” *The Journal for Nurse Practitioners*, vol. 7, no. 10, p. 832–838, 2011.
- [43] A. Hoerbst and E. Ammenwerth, “Electronic health records. a systematic review on quality requirements,” *Methods Inf Med*, vol. 4, no. 49, pp. 320–336, 2010.
- [44] H. Peixoto, J. Machado, J. Neves, and A. Abelha, *Semantic Interoperability and Health Records*. Universidade do Minho, Portugal, 2010.

- [45] M. Eichelberg, T. Aden, J. Riesmeier, A. Dogac, and G. Laleci, "A survey and analysis of electronic healthcare record standards," *ACM Computing Surveys*, pp. 1–47, 2005.
- [46] E. Coiera, "Building a national health it system from the middle out," *J Am Med Inform Assoc.*, vol. 3, no. 16, pp. 271–273, 2009.
- [47] H. Andreassen, M. Bujnowska-Fedak, C. Chronaki, R. Dumitru, I. Pudule, S. Santana, H. Voss, and R. Wynn, "European citizens' use of e-health services - a study of seven countries," 2007. [Online]. Available: <http://www.biomedcentral.com/1471-2458/7/53>
- [48] W. H. Organization, "E-health," 2014. [Online]. Available: <http://www.who.int/trade/glossary/story021/en/>
- [49] "mhealth - new horizons for health through mobile technologies, vol. 3," 2011. [Online]. Available: http://www.who.int/goe/publications/goe_mhealth_web.pdf
- [50] A. Labrique, L. Vasudevan, E. Kochi, R. Fabricant, and G. Mehl, "mhealth innovations as health system strengthening tools -12 common applications and a visual framework," *Global Health - Science and Practice*, 2013.
- [51] M. C. S. Inc., "Interoperability will bind together a wide network of real-time life critical data that not only transform but become healthcare," 2011. [Online]. Available: <http://www.interoperabilityshowcase.org/himss11/docs/MedicalCommunicationSystemsInc.pdf>
- [52] F. Barbarito, F. Pincirolie-mail, J. Mason, S. Marceglia, L. Mazzola, and S. Bonacina, "Implementing standards for the interoperability among healthcare providers in the public regionalized healthcare information system of the lombardy region." *Journal of Biomedical Informatics*, vol. 45, no. 4, pp. 736–745, 2012.
- [53] T. Dunnington, "The future of interoperability," *ICA - Informatics Corporation of America, HIMSS11 Annual Conference - Interoperability Showcase Events*, 2011.
- [54] I. H. I. E. Solutions, "The - a model for health information exchange," 2011. [Online]. Available: <http://www.interoperabilityshowcase.org/himss11/docs/IBM.pdf>
- [55] H. A. C. I. S. Events, "There has to be more - iconnect blends xds and image exchange," 2011. [Online]. Available: http://www.merge.com/MergeHealthcare/media/documents/whitepapers/whitepaper_iConnect.pdf
- [56] C. Martínez-Costa, M. Menárguez-Tortosa, and J. Fernández-Breis, "An approach for the semantic interoperability of iso en 13606 and openehr archetypes," *Journal of Biomedical Informatics*, no. 43, pp. 736–746, 2010.
- [57] HIMSS, "What is interoperability?" 2014. [Online]. Available: <http://www.himss.org/library/interoperability-standards/what-is>
- [58] J. Walker, E. Pan, D. Johnston, J. Adler-Milstein, D. Bates, and B. Middleton, "The value of health care information exchange and interoperability," *Health Affairs*, 2013.
- [59] W. Khan, M. Hussain, A. Khattak, M. Amin, and S. Lee, "Saas based interoperability service for semantic mappings among health-care standards." 8th International Conference on Innovations in Information Technology, 2012.

- [60] S. Schulz, B. Suntisrivaraporn, F. Baader, and M. Boeker, "Snomed reaching its adolescence - ontologists' and logicians' health check," *International Journal of Medical Informatics*, no. 78, pp. 86–94, 2009.
- [61] J. Mykkänen and M. Tuomainen, "An evaluation and selection framework for interoperability standards," *Information and Software Technology*, vol. 50, no. 3, pp. 176–197, 2008.
- [62] I. T. I. H. T. S. D. Organisation, "Cooperation with other standards organizations," 2014. [Online]. Available: http://ihtsdo.org/fileadmin/user_upload/Docs_01/Publications/SNOMED_CT/SnomedCt_Cooperation_20140219.pdf
- [63] W. H. Organization, "Icd," 2014. [Online]. Available: <http://www.who.int/classifications/icd/en/>
- [64] H. L. S. International, "Hl7," 2014. [Online]. Available: <http://www.hl7.org/about/index.cfm?ref=quicklinks>
- [65] M. López-Nores, Y. Blanco-Fernández, J. Pazos-Arias, and J. García-Duque, "The icabinet system - harnessing electronic health record standards from domestic and mobile devices to support better medication adherence," *Computer Standards and Interfaces*, no. 34, pp. 109–116, 2012.
- [66] D. Hoya, N. Hardiker, I. McNicoll, P. Westwell, and A. Bryansa, "Collaborative development of clinical templates as a national resource," *International journal of medical informatics*, no. 78S, pp. S95–S100, 2009.
- [67] B. Courtney, *An investigation into the use of HL7 Clinical Document Architecture as a standard for Discharge Summaries in Ireland*. University of Dublin, Ireland, 2011.
- [68] D. Imaging and C. in Medicine, "Dicom," 2014. [Online]. Available: <http://medical.nema.org/>
- [69] F. M. M. Marreiros, *Análise e Interpretação de Imagem Médica com o apoio de Agentes de Software*. Universidade do Minho, Portugal, 2006.
- [70] "Openehr," 2014. [Online]. Available: www.openehr.org/home
- [71] G. Silva, *Exploring clinical guidelines and the representation of their clinical statements using OpenEHR*, 2012.
- [72] P. Maes, "Modeling adaptive autonomous agents," *Artificial Intelligence Magazine*, 2005.
- [73] P. Silva, C. Quintas, J. Duarte, M. Santos, J. Neves, A. Abelha, and J. Machado, "Hospital database workload and fault forecasting," *2012 IEEE EMBS Conference on Biomedical Engineering and Sciences, Malaysia*, 2012.
- [74] N. U. N. L. of Medicine, "Snomed ct to icd-10-cm map," 2014. [Online]. Available: http://www.nlm.nih.gov/research/umls/mapping_projects/snomedct_to_icd10cm.html
- [75] R. Pereira, J. Duarte, M. Salazar, M. Santos, A. Abelha, and J. Machado, "Usability of an electronic health record." 4th IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, 2012.

- [76] M. Miranda, G. Pontes, P. Gonçalves, H. Peixoto, M. Santos, A. Abelha, and J. Machado, "Modelling intelligent behaviours in multi-agent based hl7 services," *Computer and Information Science*, pp. 95–106, 2010.
- [77] K. Häyrinenemail, K. Saranto, and P. Nykänen, "Definition, structure, content, use and impacts of electronic health records - a review of the research literature," *International Journal of Medical Informatics*, vol. 77, no. 5, pp. 291–304, 2008.
- [78] "Reboot - design research," 2014. [Online]. Available: <http://reboot.org/2012/02/19/design-research-what-is-it-and-why-do-it/>
- [79] V. Vaishnavi and W. K. Jr., *Design Science Research Methods and Patterns*. Auerbach Publications, 2008.
- [80] C. University, "Design research," 2014. [Online]. Available: <http://ccnmtl.columbia.edu/dr/about/>
- [81] S. Park, L. Pantanowitz, and A. Parwani, "Quality assurance in anatomic pathology," *Mini-Symposium - Quality Assurance in Surgical Pathology and BioBanking*, 2013.
- [82] K. Lewandrowski and S. Black-Schaffer, "Utilization management in anatomic pathology," *Clinica Chimica Acta*, no. 427, pp. 183–187, 2014.
- [83] C. Otis, "Residency training in anatomic pathology - looking forward in the 21st century," *Human Pathology*, no. 37, pp. 929–931, 2006.
- [84] M. Becich, J. Gilbertson, D. Gupta, A. Patel, D. Grzybicki, and S. Raab, "Pathology and patient safety - the critical role of pathology informatics in error reduction and quality initiatives," *Computer and Information Science*, vol. 24, no. 4, pp. 913–943, 2004.
- [85] L. Chan, Y. Liu, C. Shyu, and I. Benzie, "A snomed supported ontological vector model for subclinical disorder detection using ehr similarity," *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 24, no. 8, p. 1398–1409, 2011.
- [86] S. Matneyemail, J. Warren, J. Evans, T. Kim, A. Coenen, and V. Auld, "Development of the nursing problem list subset of snomed ct," *Journal of Biomedical Informatics*, vol. 45, no. 4, pp. 683–688, 2012.
- [87] IHTSDO, *SNOMED CT Starter Guide*, 2014.
- [88] S. Yu, D. Berry, and J. Bisbal, "Clinical coverage of an archetype repository over snomed-ct," *J Biomed Inform*, vol. 45, no. 3, pp. 408–418, 2012.
- [89] IHTSDO, *Mapping SNOMED CT to ICD-10 Technical Specifications*, 2014.
- [90] *Activity Report 2013 - SNOMED CT*. IHTSDO, 2013.
- [91] N. U. N. L. of Medicine, "Icd-10 crossmap," 2014. [Online]. Available: <http://www.ihtsdo.org/news/news-article/article/ihtsdo-icd-10-crossmap-preview-release/>
- [92] H. Peixoto, M. Santos, A. Abelha, and J. Machado, "Representing a chemotherapy guideline using openehr and rules," *Stud Health Technol Inform*, vol. 150, p. 653–657, 2009.

- [93] K. Hwang, K.-I. Chung, M.-A. Chung, and D. Choi, "Review of semantically interoperable electronic health records for ubiquitous healthcare," *Healthcare Research Information*, vol. 16, no. 1, pp. 1–5, 2010.
- [94] F. Nardon, T. França, and H. Naves, "Construção de aplicações em saúde baseadas em arquétipos," *SBIS - Sociedade Brasileira de Informática em Saúde*, 2008.
- [95] S. A. Barretto, *Designing Guideline-based Workflow-integrated Electronic Health Records*. PhD thesis submitted to the department of Information Technology (Research), University of South Australia, 2005.
- [96] "openehr clinical knowledge manager," 2014. [Online]. Available: <http://www.openehr.org/ckm/>
- [97] "Ocean informatics," 2014. [Online]. Available: <https://oceaninformatics.com/>
- [98] "Service architecture - web services, service-oriented architectures, and cloud computing," 2014. [Online]. Available: <http://www.service-architecture.com/index.html>
- [99] A. Arsanjani, "Service-oriented modeling and architecture - how to identify, specify, and realize services for your soa," *Developer Works - IBM*, 2004.
- [100] F. Jennings, P. S. Matjaz B. Juri and, and R. Loganathan, *SOA Approach to Integration - XML, Web services, ESB, and BPEL in real-world SOA projects*. PACKT Publishing, 2007.
- [101] "Semantic web," 2014. [Online]. Available: http://semanticweb.org/wiki/Main_Page
- [102] S. Kumar, *Agent-Based Semantic Web Service Composition - Chapter 2 - Semantic Web Agents*. ISBN 978-1-4614-4662-0, 2012.
- [103] M. Miranda, J. Machadoa, A. Abelha, and J. Neves, "Healthcare interoperability through a jade based multi-agent platform," *Intelligent Distributed Computing*, pp. 83–88, 2013.
- [104] G. Weiss, *Multiagent Systems - A Modern Approach to Distributed Modern Approach to Artificial Intelligence*. Massachusetts Institute of Technology, 2000.
- [105] M. Y. Santos and I. Ramos, *Business Intelligence - tecnologias da informação na gestão de conhecimento*. FCA - Editora de Informática, 2006.
- [106] H. Guruler, A. Istanbulu, and M. Karahasan, "A new student performance analysing system using knowledge discovery in higher educational databases," *Computers and Education*, vol. 55, no. 1, p. 247–254, 2010.
- [107] J. Machado, *Bases de Dados*. Universidade do Minho, Portugal, 2007.
- [108] "Chapter 1 - introduction to .net," 2014. [Online]. Available: <http://technet.microsoft.com/en-us/library/bb496996.aspx>
- [109] K. L. S. Inc., *Visual Basic 2008 in simple steps - Chapter 1 - Introducing to .Net Framework 3.5*, 2009.
- [110] D. Tidwell, J. Snell, and P. Kulchenko, *Programming Web Services with SOAP*. O'Reilly, 1nd Ed., 2001.

- [111] J. Liberty, *Learning Visual Basic .Net - Chapter 2*. O'Reilly, 2009.
- [112] "Biblioteca de classes .net framework," 2014. [Online]. Available: [http://msdn.microsoft.com/pt-br/library/gg145045\(v=vs.110\).aspx](http://msdn.microsoft.com/pt-br/library/gg145045(v=vs.110).aspx)
- [113] R. R. Kodali, "What is service-oriented architecture? - an introduction to soa," *JavaWorld*, 2005.
- [114] "Developers - building your first app," 2014. [Online]. Available: developer.android.com/index.html
- [115] W. U. W. domain, "Extensible markup language (xml)," 2014. [Online]. Available: <http://www.w3.org/XML/>
- [116] J. A. J. Gomes, *MedQuest - Um Projecto de Questionários Web na Área da Saúde*. Universidade do Porto, Portugal, 2009.
- [117] "Google's android becomes the world's leading smart phone platform," 2014. [Online]. Available: <http://www.canalys.com/newsroom/google%E2%80%99s-android-becomes-world%E2%80%99s-leading-smart-phone-platform>
- [118] J. Nielsen, "10 usability heuristics for user interface design," *Nielsen Norman Group - Evidence-Based User Experience Research, Training, and Consulting*, 1995.
- [119] R. Pereira, J. Duarte, M. Salazar, M. Santos, J. Neves, A. Abelha, and J. Machado, "Usability evaluation of electronic health record," 2012.
- [120] "How to and tools," 2014. [Online]. Available: <http://www.usability.gov/how-to-and-tools/resources/templates.html>

Apêndice A

openEHR

A.1 Arquétipos e Descrições

As Figuras A.1 e A.3 são os *mindmaps* completos dos arquétipos localização anatômica e resultados dos exames de patologia, respectivamente. Enquanto que as Figuras A.2, A.4 e A.5 são tabelas disponibilizadas no openEHR Clinical Knowledge Management (openEHR CKM), e importantes para compreender a estrutura e atributos dos arquétipos.

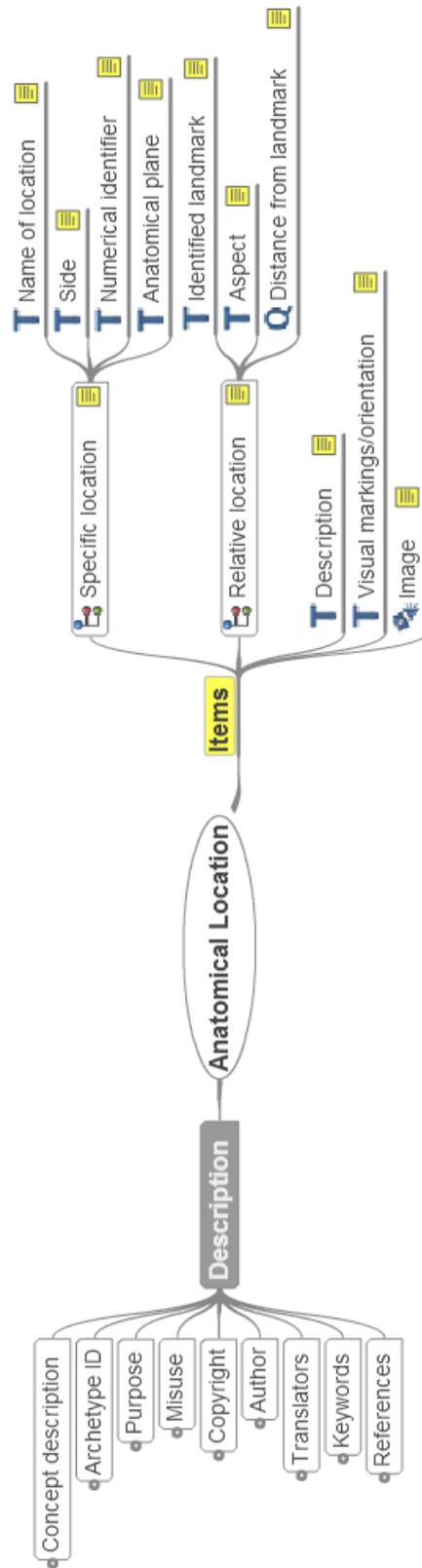


Figura A.1: Mindmap completo do arquétipo: Localização Anatômica [96].

Items	
Structure: Cluster Mandatory (1..1) Cardinality: Mandatory, repeating, unordered (1..*)	
Specific location Cluster Optional (0..1) Cardinality: Mandatory, repeating, unordered (1..*)	Specific and identified anatomical location.
Name of location Text Optional (0..1)	Named anatomical location - ideally would be coded where possible.
Side Coded Text Optional (0..1) [SNOMED-CT::272741003] (Laterality (attribute))	Specify laterality of the anatomical location.
Numerical identifier Coded Text Optional (0..1)	Identify the specific anatomical site out of multiple e.g. tenth rib; fourth vertebra; second toe.
Anatomical plane Coded Text Optional (0..1)	Line describing the position of a vertical anatomical plane in the body.
Relative location Cluster Optional, repeating (0..*) Cardinality: Mandatory, repeating, unordered (1..*)	Qualifiers to identify non-specific location e.g. 5cm (distance) inferior (aspect) to the tibial tuberosity (landmark). There may be more than one relative location required to provide a cross reference.
Identified landmark Text Optional (0..1)	Identified anatomical landmark from which to specify relative anatomical location.
Aspect Coded Text Optional (0..1)	Qualifier to identify which direction the anatomical location is in relation to the identified landmark.
Distance from landmark Quantity Optional (0..1)	Distance of location from the identified landmark.
Description Text Optional, repeating (0..*)	Description of anatomical location.
Visual markings/orientation Text Optional, repeating (0..*)	Description of any visual markings used to orientate the viewer e.g. external reference points, special sutures, ink markings.
Image Multimedia Optional, repeating (0..*)	Image or images used to identify a location.

Figura A.2: Descrição dos atributos do *Mindmap* do arquétipo: Localização Anatômica (adaptado [96]).

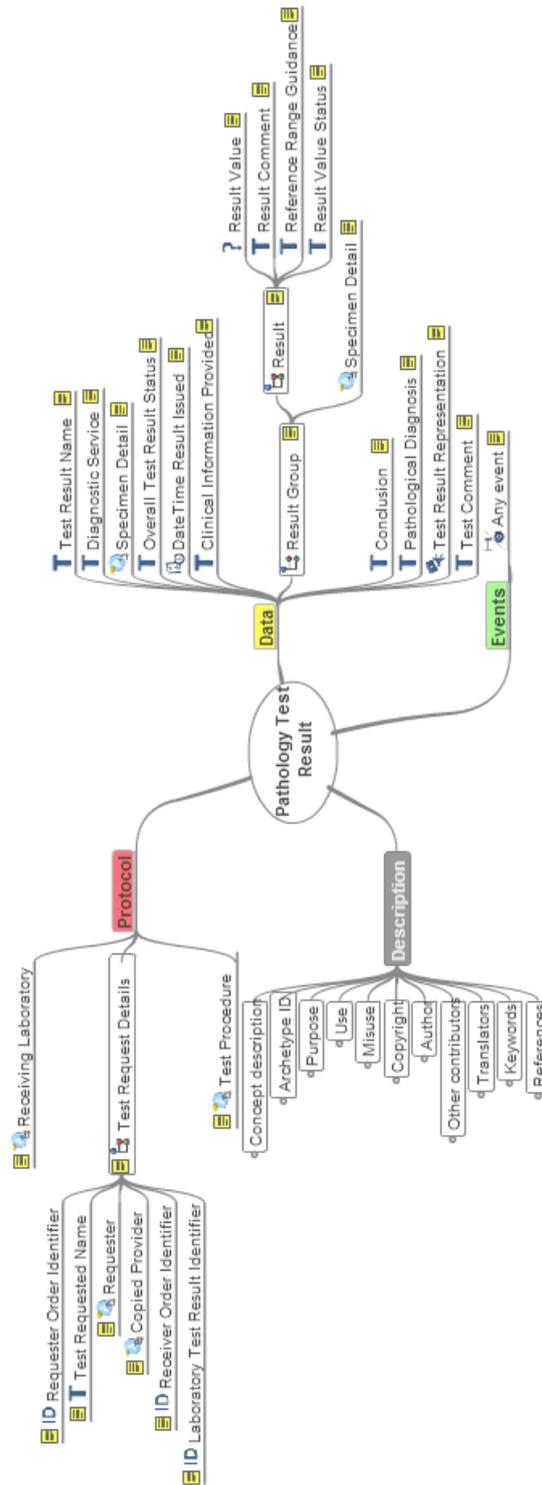


Figura A.3: Mindmap completo do arquétipo: Resultados dos Exames de Patologia [96].

Structure: Tree Mandatory (1..1) Cardinality: repeating, unordered (2..*)	
Test Result Name T Text ☒ Mandatory (1..1)	Identification of the pathology test performed, sometimes including specimen type and patient state. Comment: A test result may be for a single analyte, or a group of items, including panel tests. Coding with a terminology, potentially a pre-coordinated term including specimen type, is preferred, where possible. May be coded with LOINC or Snomed-CT. Examples include "Glucose", "Urea and Electrolytes", "Swab", "Cortisol (am)" or "Liver Biopsy".
Diagnostic Service T Text ☒ Optional (0..1)	The diagnostic service that performs the examination. Comment: For example, biochemistry, haematology. Coding with a terminology is desirable, where possible.
Specimen Detail Slot (Cluster) Optional, repeating (0..*)	Details about the specimen if all individual test results are derived from the same specimen. If the specimen type is sufficiently specified with a code in the Test result name, then this additional data is not required. If there are multiple specimens, these may be represented per 'Result group'.
Overall Test Result Status T Coded Text ☒ Mandatory (1..1)	The publication status of the entire pathology test result.
Date/Time Result Issued Date/Time ☒ Optional (0..1)	The date and/or time that the entire result was issued for the recorded 'Overall Test result status'.
Clinical Information Provided T Text ☒ Optional (0..1)	Description of clinical information available at the time of interpretation of results, which may include a link to the original clinical information provided in the test request.
Result Group Cluster Optional, repeating (0..*) Cardinality: Mandatory, repeating, unordered (1..*)	A group of results. Comment: If a name or code is used, it is provided by run-time re-naming of the Results may be grouped by specimen, or by some other name or code to describe what binds all the results together. 'Result group' element or may be fixed in a specialised archetype or template. Coding with a terminology, potentially a pre-coordinated term including specimen type, is preferred where possible for the name. Should be coded with LOINC or SNOMED CT.

Figura A.4: Descrição dos atributos do *Mindmap* do arquétipo: Resultados dos Exames de Patologia (adaptado [96]).

Result  Cluster Optional, repeating (0..*) Cardinality: Mandatory, repeating, unordered (1..*)	<p>Specific detailed result, including both the value of the result item, and additional information that may be useful for clinical interpretation.</p> <p>Comment: Results include whatever specific data items pathology labs report as part of the clinical service; it is not confined to measurements. The result is identified by run-time re-naming of the 'Result group' element or may be fixed in a specialised archetype or template. Coding with a terminology, potentially a pre-coordinated term including specimen type, is preferred where possible for the name. Should be coded with LOINC or SNOMED CT. Examples include: glucose, haemoglobin, phenotype, titre, or scatterplot image. If the test result is for a single analyte, then both the 'Test Result Name' and the 'Result' item will specify the same test.</p>
Result Value  Any Optional (0..1)	<p>Actual value of the result.</p> <p>Comment: Most result values will be numerical measurements, but others may be coded concepts, free text, or multimedia images.</p>
Result Comment  Text Optional, repeating (0..*)	<p>Comment about the Result.</p> <p>Comment: May include statements about significant, unexpected or unreliable values, or information about the source of the value where this may be relevant to the interpretation of the result.</p>
Reference Range Guidance  Text Optional (0..1)	<p>Additional advice on the applicability of the reference range.</p>
Result Value Status  Coded Text Optional (0..1)	<p>The status of the result value.</p> <p>Comment: Allows a single test result to contain multiple individual results each with their own status.</p>
Specimen Detail Slot ( Cluster) Optional (0..1)	<p>Details about the individual specimen to which these 'Result group' test results refer, where testing of multiple specimens is required.</p>
Conclusion  Text Optional (0..1)	<p>Concise and clinically contextualised narrative interpretation of the pathology test results.</p>
Pathological Diagnosis  Text Optional, repeating (0..*)	<p>Single word, phrase or brief description representing the narrative in the 'Conclusion'.</p> <p>Comment: Coding with a terminology is preferred, where possible.</p>
Test Result Representation  Multimedia Optional, repeating (0..*)	<p>Rich text representation of the entire result as issued by the diagnostic service.</p> <p>Comment: Multiple formats are allowed but they must be semantically equivalent.</p>
Test Comment  Text Optional (0..1)	<p>Additional narrative about the test not captured in other fields.</p>

Figura A.5: Continuação da descrição dos atributos do *Mindmap* do arquétipo: Resultados dos Exames de Patologia (adaptado [96]).

Apêndice B

Web Service

B.1 Modelo Cliente-Servidor

Para testar a operação utilizando o protocolo HTTP POST, clique no botão 'Invocar'.

Parâmetro	Valor
username:	snomed
password:	

SOAP 1.1

Segue-se um exemplo de pedido e resposta SOAP 1.1. É necessário substituir os marcadores de posição mostrados por valores reais.

```
POST /SNOMED_WebService/Default.aspx HTTP/1.1
Host: localhost
Content-Type: text/xml; charset=utf-8
Content-Length: 469
SOAPAction: "http://tempuri.org/Login"

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<soap:Envelope xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema" xmlns:soap="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
  <soap:Body>
    <Login xmlns="http://tempuri.org/">
      <username>string</username>
      <password>string</password>
    </Login>
  </soap:Body>
</soap:Envelope>
```

Figura B.1: Serviço de *Login* disponibilizado pelo *Web Service*.

This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.

```
<string xmlns="http://tempuri.org/">Utilizador inválido!</string>
```

Figura B.2: Resposta possível no serviço de *Login* disponibilizado pelo *Web Service*.



Figura B.3: Resposta possível no serviço de *Login* disponibilizado pelo *Web Service*.

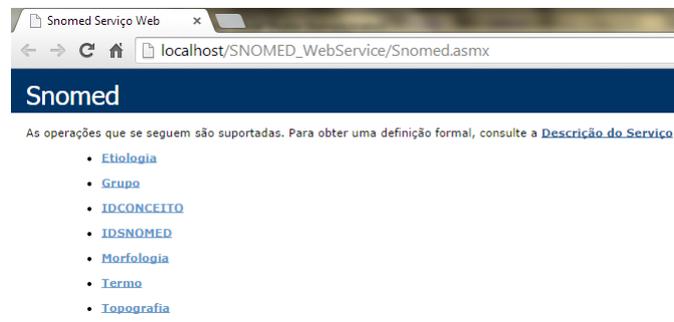


Figura B.4: Serviço de pesquisa a partir de diferentes atributos disponibilizado pelo *Web Service*.



Figura B.5: Exemplo de pesquisa pelo um termo clínico *virus* no *Web Service*.

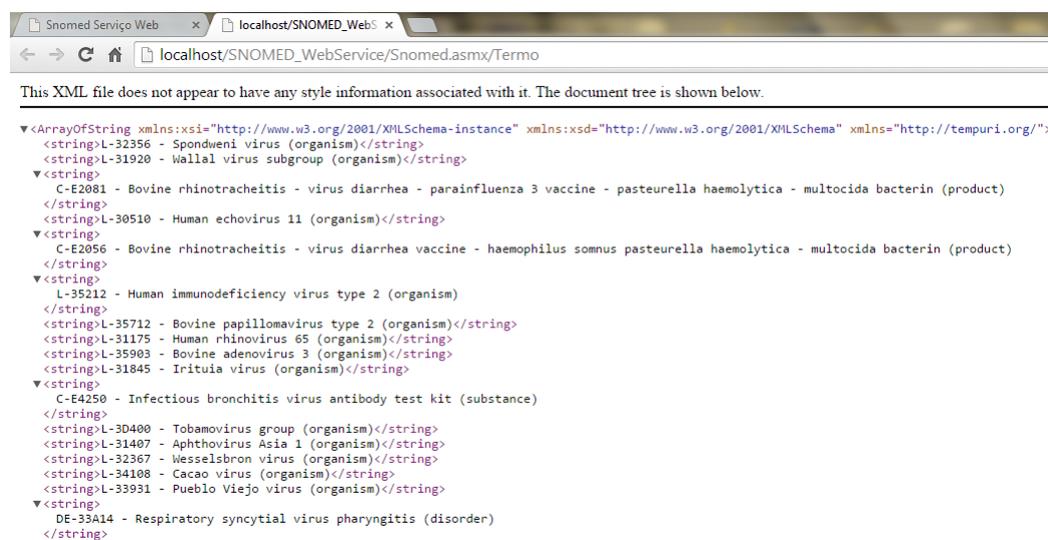


Figura B.6: Resposta à pesquisa do termo *virus* em formato XML.

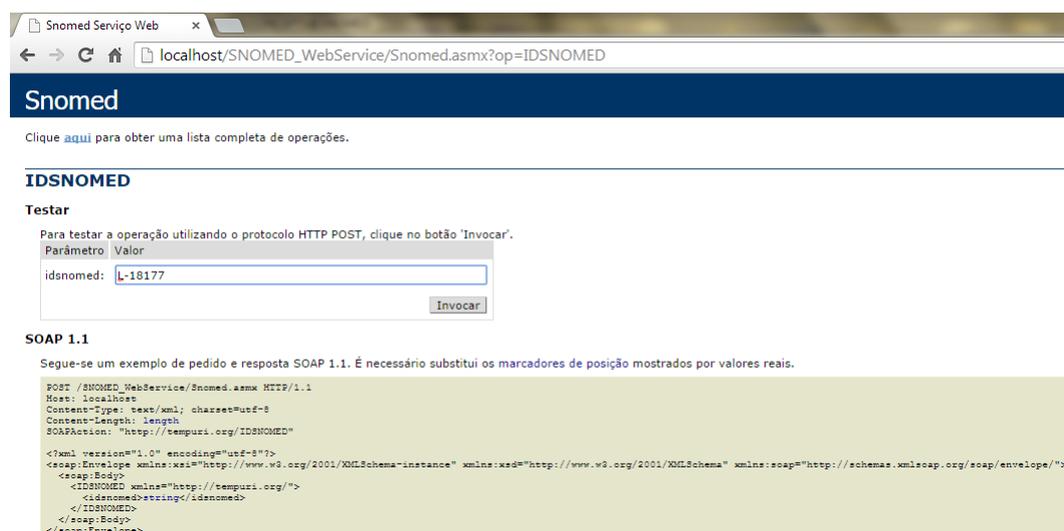


Figura B.7: Exemplo de pesquisa do *idsnomed* L-18177 no *Web Service*.



Figura B.8: Resposta à pesquisa pelo *idsnomed* *L-18177* no formato XML.

Apêndice C

Browser

C.1 Interface do Utilizador

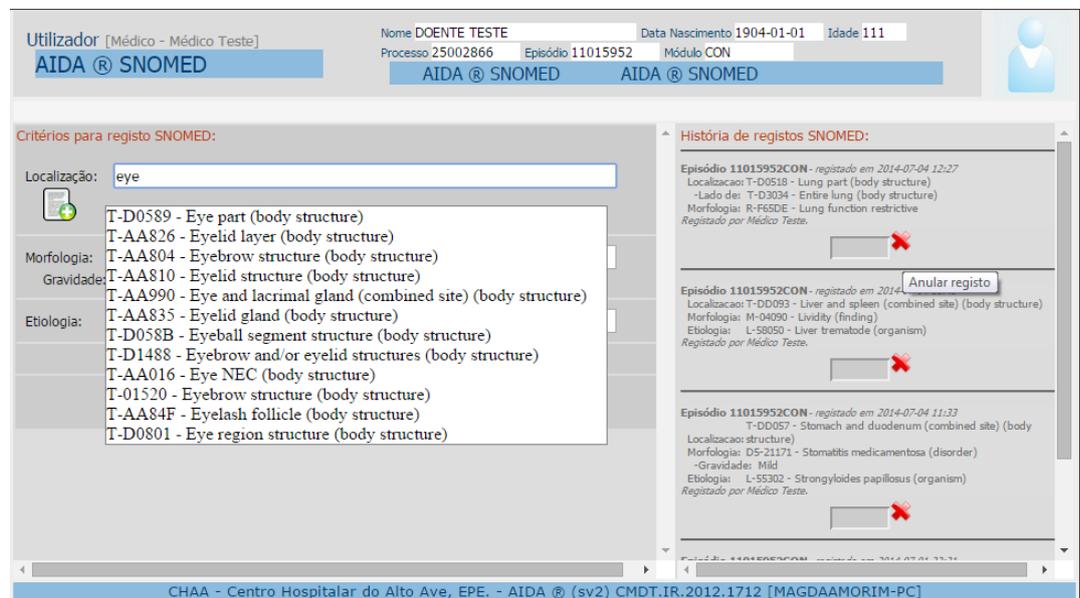


Figura C.1: Página Web de Classificação SNOMED CT.

Utilizador [Médico - Médico Teste] Nome DOENTE TESTE Data Nascimento 1904-01-01 Idade 111
 AIDA ® SNOMED Processo 25002866 Episódio 11015952 Módulo CON
 AIDA ® SNOMED AIDA ® SNOMED

Crítérios para registo SNOMED:

Localização: T-D0589 - Eye part (body structure)

Lado:
 R-42361 - Side (qualifier value)
 T-D06D0 - Entire eye (body structure)

Parte de:
 R-F5951 - Eyelid (& skin of eyelid) (& skin of eyelid)
 T-D06D0 - Entire eye (body structure)

Morfologia: R-F5951 - Eyelid (& skin of eyelid) (& skin of eyelid)
 Gravidade: Intermédio

Etiologia: F-615AD - Hypromellose eye drops (product)

Registrar

História de registos SNOMED:

Episódio 11015952CON - registado em 2014-07-04 12:27
 Localizacao: T-D0518 - Lung part (body structure)
 -Lado de: T-D3034 - Entire lung (body structure)
 Morfologia: R-F65DE - Lung function restrictive
 Registado por Médico Teste.

Episódio 11015952CON - registado em 2014-07-04 11:43
 Localizacao: T-DD093 - Liver and spleen (combined site) (body structure)
 Morfologia: M-04090 - Lividity (finding)
 Etiologia: L-58050 - Liver trematode (organism)
 Registado por Médico Teste.

Episódio 11015952CON - registado em 2014-07-04 11:33
 Localizacao: T-D0457 - Stomach and duodenum (combined site) (body structure)
 Morfologia: D5-21171 - Stomatitis medicamentosa (disorder)
 -Gravidade: Mild
 Etiologia: L-55302 - Strongyloides papillosus (organism)
 Registado por Médico Teste.

CHAA - Centro Hospitalar do Alto Ave, EPE. - AIDA ® (sv2) CMDT.IR.2012.1712 [MAGDAAMORIM-PC]

Figura C.2: Página Web de Classificação SNOMED CT.

Utilizador [Médico - Médico Teste] Nome DOENTE TESTE Data Nascimento 1904-01-01 Idade 111
 AIDA ® SNOMED Processo 25002866 Episódio 11015952 Módulo CON
 AIDA ® SNOMED AIDA ® SNOMED

Crítérios para registo SNOMED:

Localização: T-AA826 - Eyelid layer (body structure)

Morfologia:
 Gravidade: Intermédio

Etiologia:

A executar o seu pedido. Aguarde por favor...

História de registos SNOMED:

Episódio 11015952CON - registado em 2014-07-04 12:27
 Localizacao: T-D0518 - Lung part (body structure)
 -Lado de: T-D3034 - Entire lung (body structure)
 Morfologia: R-F65DE - Lung function restrictive
 Registado por Médico Teste.

Episódio 11015952CON - registado em 2014-07-04 11:43
 Localizacao: T-DD093 - Liver and spleen (combined site) (body structure)
 Morfologia: M-04090 - Lividity (finding)
 Etiologia: L-58050 - Liver trematode (organism)
 Registado por Médico Teste.

Episódio 11015952CON - registado em 2014-07-04 11:33
 Localizacao: T-D0457 - Stomach and duodenum (combined site) (body structure)
 Morfologia: D5-21171 - Stomatitis medicamentosa (disorder)
 -Gravidade: Mild
 Etiologia: L-55302 - Strongyloides papillosus (organism)
 Registado por Médico Teste.

CHAA - Centro Hospitalar do Alto Ave, EPE. - AIDA ® (sv2) CMDT.IR.2012.1712 [MAGDAAMORIM-PC]

Figura C.3: Página Web de Classificação SNOMED CT.

Apêndice D

Android

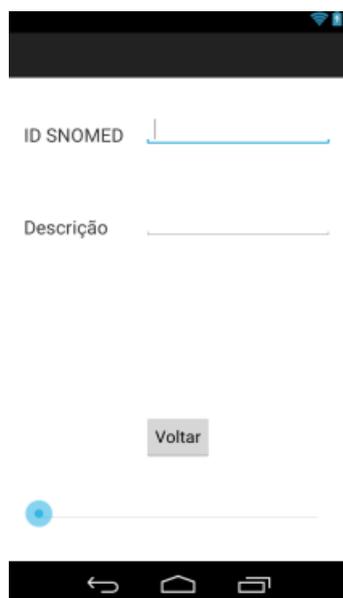
D.1 Interfaces do Utilizador



Figura D.1: Página de *login* da aplicação *Android*.



The screenshot shows a search interface on an Android device. At the top, there is a status bar with a Wi-Fi icon and a battery icon. Below it, there are five input fields with labels: "Termo", "ID SNOMED", "Localização", "Morfologia", and "Etiologia". Each field has a light blue underline. Below the input fields is a grey button labeled "Pesquisa". At the bottom, there is a blue circular icon with a white plus sign and a white horizontal line. The Android navigation bar is visible at the very bottom, showing back, home, and recent apps icons.

Figura D.2: Página de pesquisa da aplicação *Android*.

The screenshot shows a results page in an Android application. At the top, there is a status bar with a Wi-Fi icon and a battery icon. Below it, there are two input fields with labels: "ID SNOMED" and "Descrição". Each field has a light blue underline. Below the input fields is a grey button labeled "Voltar". At the bottom, there is a blue circular icon with a white plus sign and a white horizontal line. The Android navigation bar is visible at the very bottom, showing back, home, and recent apps icons.

Figura D.3: Página de resultados da aplicação *Android*.

Apêndice E

Avaliação de Usabilidade

E.1 Avaliação Heurística

Checklist para Avaliação Heurística

Avalie cada heurística, classificando -a como afirmativa (sim), negativa (não) ou não aplicável (n. a.).

No caso de identificação de um problema são considerados três fatores: frequência com que o problema ocorre; impacto do problema e persistência do problema. Pelo que nestes casos deve usar a de "gravidade", desenvolvida por *Jakob Nielsen*, e que assenta numa escala de zero a quatro:

0 - Não existem problemas de usabilidade;

1 - Problema superficial: só precisa de ser resolvido se houver disponibilidade;

2 - Pequeno problema de usabilidade: pouco grau de importância, mas que tem de ser solucionado;

3 - Grande problema de usabilidade: elevado grau de importância, deve resolver-se brevemente;

4 - Catástrofe de usabilidade: problema tem de ser resolvido urgentemente.

	Sim, Não, N.A.	Comentários
Visibilidade do estado do sistema		
Há <i>feedback</i> visual quando os objetos são selecionados?		
Está explícito o que acontece em cada ação de um botão?		
Há algum tipo de <i>resposta</i> para as ações disponíveis?		
Coerência entre o sistema e o mundo real		
Os ícones são objetivos e familiares ao utilizador?		
Está estruturada da forma mais lógica possível?		
O vocabulário é adequado para o público-alvo?		
As cores utilizadas correspondem às expectativas?		
Controlo e liberdade do utilizador		
Os utilizadores podem reverter as suas ações facilmente?		
É fácil o utilizador trocar de janela?		
Consistência e <i>standards</i>		
Há consistência na forma e vocabulário de todas as interfaces?		
Todos os comandos têm o mesmo significado em todo o sistema?		
Prevenção de erros		
São reconhecidos os erros antes de serem um problema?		
O sistema avisa quando estão prestes a cometer erros?		
Reconhecimento em vez de recordação		
O uso de cor é consistente ao longo da aplicação?		
Os menus inativos ficam visualmente desativados ou omitidos?		
Flexibilidade e eficiência de uso		
Os utilizadores podem clicar diretamente no menu ou usar um atalho do teclado para interagir com a aplicação?		
<i>Design</i> estético e minimalista		
A estrutura da página é simples e clara?		
Os botões destacam-se do fundo onde estão inseridos?		
A estética da página é agradável?		
Ajudar a reconhecer, diagnosticar e recuperar de erros		
As mensagens de erro são apresentadas em linguagem correta?		
A forma de fechar as mensagens de erro é clara?		
As mensagens de erro sugerem a causa do erro?		
Ajuda e documentação		
Existe ajuda <i>online</i> ?		
Está disponível um mapa da página ou outro tipo de assistência?		
A função de ajuda é facilmente visível?		

Figura E.1: *Checklist* para avaliação heurística da aplicação *Web*(adaptado de [118]).

E.2 Questionário de Usabilidade

Questionário de Avaliação de Usabilidade de Aplicação Web

Avalie de 1 a 5 cada uma das seguintes afirmações, considerando:
 1-Discordo totalmente; 2-Discordo; 3- Nem concordo nem discordo; 4-Concordo; 5-Concordo totalmente

	1	2	3	4	5
Acessibilidade					
O tempo de carregamento da aplicação é razoável					
O tamanho da letra é adequado					
Os botões têm o tamanho correto					
Os campos de preenchimento têm o tamanho correto					
Identificação					
Informação sobre o utilizador adequada					
Informação suficiente sobre a Unidade Hospitalar					
Fácil identificação da informação necessária					
Navegação					
Número de botões suficiente					
Mensagens de aviso de estado adequadas					
Mensagens de erro com soluções suficientes					
Conteúdo					
Design e cores adequadas					
Informação de resposta consistente					
Funcionalidades suficientes					

Figura E.2: Questionário de usabilidade da aplicação *Web* (adaptado de [120]).

Apêndice F

Publicações

F.1 An approach for the semantic interoperability of SNOMED: Improving Quality of Electronic Health Records

Autores: Júlio Duarte, Magda Amorim, Manuel Santos, António Abella and José Machado

Revista: The Scientific World Journal - Computer Science - Recent Advances in Knowledge Based Technologies and Applications

Ano: 2014

Estado: Submetido

Abstract: "Recent reports by major health institutions have pointed the interoperability of health IT systems as the biggest goal among healthcare technologists. The semantic interoperability improves the quality of Electronic Health Records, resulting in higher quality of clinical practice and patient safety. In this work, first we present an application independent of the platform of medical record, using web services, which provide human interaction with an interface in different types of devices. Experiments with real users show a successful software implementation, using the Department of pathological anatomy, this was chosen as a pilot service to enter the SNO-

MED system, to produce reports and to evaluate the benefits of its use in a real context. Second, we focused on the next approach level of implementation, in order to integrate of SNOMED in other hospitals platforms and its automatization, using Web Semantic Agents with ICD-10 mapping."

Keywords: *Health Information Systems, Electronic Health Record, Semantic Interoperability, SNOMED, ICD, Web Services; Semantic Web Agents;*

Glossário

.NET Plataforma de desenvolvimento, execução de sistemas e aplicações, propriedade da Microsoft. Todo o código gerado pela *.NET* pode ser executado em qualquer dispositivo que possua a *framework* da plataforma. 67–69

Android Sistema operativo *open source*, para dispositivos móveis. 3, 4, 64, 70, 76

ASP.NET Plataforma desenvolvida pela Microsoft para a criação de aplicações *Web*, a sigla ASP.NET significa Active Server Pages .NET. 69, 70, 72

Browser Aplicação de *software* para apresentar resultados através da *Web*. 3, 4, 10, 64, 69, 70, 72, 73, 76

framework Estrutura que promove uma funcionalidade específica de uma aplicação de *software*. 13, 26, 32, 67–69

front-office Representa as atividades principais de uma aplicação ou produto. 30

guideline Conjunto de diretrizes que descrevem um procedimento. 4, 6, 28, 40, 46, 50

layouts Área de *design* ou de formatação de uma página. 74

open source Característica de um *software* que está ao alcance de todos, possui uma licença livre, permitindo distribuição universal. 6, 49, 53

- PDF** É um formato de documento, a sigla significa *Portable Document Format*. 22
- queries** Interrogações em *SQL* para receber dados das bases de dados. 28, 71
- TCP/IP** Protocolos de comunicação entre computadores em rede. TCP são as siglas de *Transmission Control Protocol* e IP de *Internet Protocol*. 71
- threads** Mecanismo que possibilita que um processo se divida em duas ou mais tarefas, podendo estas ser executadas simultaneamente. Permite que um programa simples possa executar várias tarefas diferentes ao mesmo tempo, independentemente umas das outras. 68
- Web** Rede de comunicação mundial em que há interligação através da Internet. 15, 29, 32, 57–59, 67, 69–73, 80