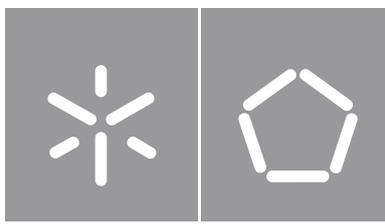




Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Andréa Domingues

**Aplicação de normas clínicas em anatomia
patológica usando o SNOMED**



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Andréa Domingues

**Aplicação de normas clínicas em anatomia
patológica usando o SNOMED**

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica

Ramo de Informática Médica

Trabalho efetuado sob a orientação do

Professor Doutor António Carlos da Silva Abelha

Doutor Júlio Miguel Marques Duarte

Direitos de autor e condições de utilização do trabalho por terceiros

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

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

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

Licença concedida aos utilizadores deste trabalho



Atribuição-NãoComercial-SemDerivações

CC BY-NC-ND

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

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a todas as pessoas me apoiaram durante esta longa jornada.

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao meu orientador, Professor Doutor António Abelha, por toda a disponibilidade e pelo apoio concedido ao longo desta dissertação.

Quero agradecer também ao Doutor Júlio Duarte pela paciência, por se mostrar sempre disponível para esclarecer as minhas dúvidas, por toda a ajuda, pelo incentivo e por todas as dicas que foram essenciais para o desenvolvimento desta tese.

Um agradecimento muito especial aos meus pais, por me apoiarem nesta longa jornada e sem os quais nada disto seria possível. A eles devo tudo! Obrigado por, apesar das circunstâncias e das dificuldades, terem sempre acreditado em mim e não me terem deixado desistir.

À minha restante família que sempre me ajudou e encorajou para conseguir concluir esta etapa, um muito obrigado.

Às minhas amigas, sempre presentes nos melhores e nos piores momentos, obrigada por se mostrarem sempre disponíveis para me ouvir, e pelo incentivo dado ao longo destes anos.

Por fim, mas não menos importante, um obrigado ao meu namorado Hugo, que esteve sempre ao meu lado, a ouvir os meus desabafos e a dar-me força e incentivo nos momentos menos bons, sem nunca duvidar de que eu iria conseguir, quando eu mesma duvidei. Foi, com certeza, um grande pilar para a conclusão desta etapa.

A todos, muito obrigada!

Declaração de Integridade

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

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

Resumo

Nos dias de hoje, os Sistemas de Informação Hospitalar assumem-se como uma ferramenta indispensável para a prestação de cuidados de saúde, uma vez que permitem o aumento da qualidade e da eficiência quer na prática clínica, quer na gestão hospitalar.

A interoperabilidade emerge, assim, como uma necessidade, uma vez que a enorme diversidade de sistemas torna difícil a troca e a partilha de informação clínica. Além disso, a elevada quantidade de sistemas não articulados faz com que seja muito mais provável a existência de dados repetidos e contraditórios, razão pela qual se torna ainda mais imperativa a utilização de normas e terminologias que conduzam à uniformização do registo clínico.

Neste contexto, a presente dissertação descreve a criação de um modelo relacional de dados, que serve de base a uma aplicação de classificação de termos médicos segundo o Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms (SNOMED CT), no âmbito da Anatomia Patológica. A base de dados construída assenta na estrutura original do SNOMED, e foi obtida através da criação de subsets que contêm os conceitos de interesse para o referido setor.

Palavras-chave: SNOMED CT, terminologias clínicas, base de dados, anatomia patológica, interoperabilidade.

Abstract

Nowadays, Health Information Systems present themselves as an imperative tool regarding health care, as they allow an increase of quality and efficiency in both medical practice and hospital management.

Interoperability rises as a necessity, since the enormous diversity of systems make the trade and share of clinical information difficult. Besides, the high quantity of non-articulated systems make the occurrence of repeated and contradictory data more likely, making the use of standards and terminologies even more necessary, as they are a mean to achieve the standardization of clinical records.

That said, this dissertation describes the creation of a data relational model for further use as the background of an application that aims to classify medical terms according to the Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms (SNOMED CT), in the area of Pathological Anatomy. The database built uses SNOMED's original structure and was obtained through the creation of subsets that contain the concepts of interest.

Keywords: SNOMED CT, clinical terminologies, database, pathological anatomy, interoperability.

Conteúdo

Acrónimos	xi
1 Introdução	1
1.1 Contextualização e Enquadramento	1
1.2 Motivação	2
1.3 Objetivos	2
1.4 Estrutura do documento	3
2 Estado da Arte	5
2.1 Sistemas de Informação Hospitalar	5
2.1.1 Sistemas de informação hospitalar em Portugal	6
2.1.2 Registo Clínico Eletrónico (RCE)	7
2.2 Interoperabilidade	8
2.2.1 Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica (AIDA)	14
2.2.2 Extração, Transformação e Carregamento de Dados (ETL)	16
2.3 SNOMED	17
2.3.1 O que é?	17
2.3.2 Estrutura do SNOMED	18
2.3.3 Utilização do SNOMED	21
3 Metodologia de Investigação	23
3.1 Introdução	23
3.2 Design Science Research - DSR	23
3.2.1 Aplicação Prática	25
3.3 Base de dados - Oracle	26
3.4 SNOMED CT Browser	26
4 Criação de uma base de dados para a Anatomia Patológica	27
4.1 Introdução	27

Conteúdo

4.2	Implementação prática	28
4.2.1	Consciencialização	28
4.2.2	Sugestão	30
4.2.3	Desenvolvimento	30
4.2.4	Avaliação	35
5	Conclusão	38
5.1	Trabalho futuro	39
	Bibliografia	40

Lista de Figuras

Figura 1	Modelo LCIM	11
Figura 2	Papel central da AIDA	15
Figura 3	Modelo lógico do Snomed	19
Figura 4	Hierarquia da relação é um	20
Figura 5	Classificação do conceito fratura aberta do pé	21
Figura 6	Modelo DSR	24
Figura 7	Layout inicial da aplicação	28
Figura 8	Classificação de uma amostra na aplicação com a base de dados do SNOMED RT	29
Figura 9	Modelo relacional da base de dados do SNOMED CT	32
Figura 10	Modelo relacional da base de dados para a aplicação de classificação	36
Figura 11	Pesquisa de morfologias depois da implementação da base de dados desenvolvida	37

Lista de Tabelas

Tabela 1	Hierarquias do SNOMED e respetivo número de conceitos	19
Tabela 2	Tempos de pesquisa por conceito	36

Acrónimos

A

AIDA Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica.

C

CAP College of American Pathologists.

CTV3 Clinical Terms Version 3.

D

DICOM Digital Imaging and Communications in Medicine.

DR Design Research.

DSR Design Science Research.

DW Data Warehouse.

E

ETL Extract, Transform and Load.

F

FSN Fully Specified Name.

H

HIMSS Health Information and Management Systems Society.

HL7 Health Level Seven.

HSOG Hospital Senhora da Oliveira, Guimarães.

I

IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers.

IHTSDO International Health Terminology Standards Development Organization.

L

LCIM Levels of Conceptual Interoperability Model.

LIS Laboratory Information System - Sistema de Informação Laboratorial.

N

NHS National Health Service.

P

PACS Picture Archive and Communication System.

PCE Processo Clínico Eletrónico.

PEM Prescrição Eletrónica Médica.

R

RCE Registo Clínico Eletrónico.

RDBMS Relational Database Management System.

RF2 Release Format 2.

RIS Radiology Information System - Sistema de Informação de Radiologia.

S

SAM Sistema de Apoio ao Médico.

SAPE Sistema de Apoio à Prática de Enfermagem.

SI Sistemas de Informação.

SIH Sistemas de Informação Hospitalar.

SIS Sistemas de Informação em Saúde.

SMA Sistema Multi-Agente.

SNOMED Systematized Nomenclature of Medicine.

SNOMED CT Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms.

SNOMED RT Systematized Nomenclature of Medicine Reference Terminology.

SONHO Sistema de Gestão de Doentes Hospitalares.

SPMS Serviços Partilhados do Ministério da Saúde.

SQL Structured Query Language.

T

TI Tecnologias de Informação.

Capítulo 1

Introdução

A presente dissertação descreve a construção de um modelo relacional de dados com base na terminologia clínica *Systematized Nomenclature of Medicine (SNOMED)*. O projeto está enquadrado na dissertação de mestrado em Informática Médica do Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica da Universidade do Minho.

Este capítulo terá início com uma breve contextualização ao tema na secção 1.1 e na secção 1.2 é referida a motivação para o desenvolvimento do mesmo. Segue-se a apresentação dos principais objetivos, juntamente com a definição de requisitos na secção 1.3. Por fim será apresentada a estrutura da dissertação e uma breve descrição da mesma, de forma a facilitar a leitura do documento, na secção 1.4.

1.1 Contextualização e Enquadramento

As *Tecnologias de Informação (TI)* são, hoje em dia, usadas em várias indústrias, e a sua integração tem-se tornado numa prioridade para qualquer organização. A introdução destas no setor da saúde levou ao aparecimento dos *Sistemas de Informação Hospitalar (SIH)*. O objetivo dos *SIH* é muito simples: contribuir para um cuidado médico eficiente e de elevada qualidade, através da disponibilização de ferramentas que servem de auxílio na tomada de decisão clínica, no acesso à informação médica e na gestão hospitalar [1, 2]. A facilidade conferida pelos *SIH*, quer na comunicação entre os profissionais de saúde quer no acesso à informação, faz com que estes se tornem fundamentais para a diminuição da ocorrência de erros relacionados com as diversas atividades levadas a cabo nas instituições de saúde [3].

Estes avanços tecnológicos na área da saúde levaram à criação de diversos sistemas de informação. No entanto, cada um destes foi criado para servir um determinado propósito, codificado com uma certa linguagem e desenvolvido por uma pessoa diferente, o que faz com que haja uma grande heterogeneidade entre eles. Esta diversidade e especificidade torna extremamente difícil a interação e a troca de informação entre os vários módulos da unidade de saúde, o que se traduz na existência de "ilhas" de informação, que em pouco ajudam os profissionais na tomada de decisão [3, 4].

1.2. Motivação

É com o propósito de contornar esta fragmentação da informação que surge a interoperabilidade. De uma forma geral, esta pode ser definida como a capacidade de diferentes [Sistemas de Informação \(SI\)](#) comunicarem, trocarem dados e usarem a informação que foi partilhada. Deste modo, esta torna-se fundamental para um uso eficaz dos recursos, pois este intercâmbio de dados faz com que toda a informação disponível esteja acessível aos profissionais de saúde, independentemente do local onde estes se encontrem [5, 6].

A interoperabilidade não seria conseguida sem a existência de normas e terminologias, as quais se podem dividir em três categorias: normas de comunicação, normas de imagem e normas de representação de informação clínica [7].

1.2 Motivação

Como referido anteriormente, é através da existência de normas que se torna possível alcançar a interoperabilidade entre os vários [SI](#) de uma unidade de saúde. Estas normas estão divididas em três subconjuntos, destacando-se como norma de representação de informação o [Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms \(SNOMED CT\)](#).

O [SNOMED CT](#) é uma terminologia clínica que potencia a representação de conteúdos de elevada qualidade. Caracteriza-se por oferecer um vocabulário validado clinicamente e semanticamente rico, permitindo assim a representação de praticamente qualquer termo que faça parte do leque de conteúdos ligados à prestação de serviços de saúde.

Um dos principais benefícios conferidos por esta terminologia tão abrangente é a redução das limitações inerentes ao registo de informação clínica proveniente de diferentes especialidades, a qual na grande maioria das situações é armazenada com recurso a diferentes sistemas de codificação [8].

É tendo em consideração a riqueza semântica proporcionada por esta terminologia e a criação de sistemas interoperáveis que, a partir desta, se pretende construir um modelo relacional de dados que permita representar informação relativa à área da Anatomia Patológica. Estes dados serão, por sua vez, a fonte de uma aplicação já existente no setor da Anatomia Patológica do [Hospital Senhora da Oliveira, Guimarães \(HSOG\)](#) que serve de ajuda na classificação de termos clínicos de acordo com o [SNOMED](#).

1.3 Objetivos

A presente dissertação tem como principal objetivo responder à seguinte questão:

É possível, a partir do [SNOMED](#), implementar um modelo de dados eficiente na Anatomia Patológica?

Posto isto, pode definir-se como objetivo geral desta dissertação a criação de uma base de dados baseada na terminologia clínica [SNOMED](#). Esta servirá como suporte a uma aplicação de classificação e registo de termos clínicos previamente implementada no serviço de Anatomia Patológica do [HSOG](#). A aplicação, atualmente, não se encontra em funcionamento, pois houve uma reestruturação do [SNOMED](#) e a forma como os dados estão atualmente representados na nova versão da terminologia é incompatível com o esquema da base de dados estruturado aquando da criação dessa mesma aplicação. Assim sendo, as principais metas a cumprir de forma a atingir o objetivo geral são:

- Compreender a estrutura da terminologia clínica [SNOMED](#);
- Compreender as relações e hierarquias que correspondem à base de dados associada ao [SNOMED](#);
- Analisar de que forma os dados já existentes estão estruturados;
- Entender de que forma essas diferenças levaram à incompatibilidade da estrutura de dados;
- Desenvolver e implementar o novo modelo de dados;
- Referir sugestões para realização de melhorias no futuro.

1.4 Estrutura do documento

A presente dissertação encontra-se dividida em 6 capítulos, sendo que para além deste capítulo introdutório é constituída por:

- **Capítulo 2 - Estado da Arte** - Neste capítulo são apresentados os conceitos teóricos importantes para a realização do trabalho desenvolvido. Assim sendo, são primeiramente abordados os [SIH](#), de seguida explora-se o conceito de interoperabilidade, e por fim é apresentada e estudada a norma de representação de informação [SNOMED CT](#).
- **Capítulo 3 - Metodologia de Investigação** - Este capítulo apresenta a metodologia de investigação utilizada no desenvolvimento do projeto. Começa assim com uma breve introdução às metodologias de pesquisa, seguindo-se a descrição da metodologia adotada - [Design Science Research \(DSR\)](#), e por fim é estabelecida a

1.4. Estrutura do documento

relação entre as várias etapas de DSR e o trabalho desenvolvido. É também apresentada uma breve descrição das ferramentas mais utilizadas durante a realização do trabalho.

- **Capítulo 4 - Criação de um Modelo relacional de Dados com Base no SNOMED** - Neste capítulo são explicados os vários passos tomados até à obtenção do novo modelo de dados. Inicialmente é efetuado o ponto da situação da aplicação existente e do modelo relacional que lhe servia de base. Depois é detalhado o processo da criação da base de dados e por fim avalia-se o modelo conseguido.
- **Capítulo 5 - Conclusão** - Aqui resumem-se as principais conclusões retiradas do trabalho desenvolvido, e são apresentadas sugestões de trabalho futuro.

Capítulo 2

Estado da Arte

2.1 Sistemas de Informação Hospitalar

A quantidade de informação clínica tem vindo a aumentar substancialmente, o que levou à urgência de criar novas formas de organizar, recolher, analisar e automatizar de forma a tornar esta informação facilmente acessível e utilizável.

Foi neste sentido que as [Tecnologias de Informação \(TI\)](#) foram introduzidas nos estabelecimentos de saúde. Estas tecnologias têm provado ser de grande utilidade na gestão hospitalar e na tomada de decisão dos profissionais de saúde [9, 10].

Nas instituições de saúde existe uma grande diversidade de serviços, em que cada um tem as suas especificações próprias. Assim, e de forma a dar resposta às necessidades de cada serviço, surgem os [Sistemas de Informação em Saúde \(SIS\)](#), auxiliando quer a troca de informação, quer na garantia da qualidade da mesma [11].

Estes surgiram nos anos 60, ao mesmo tempo que a [Health Information and Management Systems Society \(HIMSS\)](#) (Organização sem fins lucrativos), criando um impacto imediato no setor da saúde. Contribuíram, portanto, para uma melhoria na prestação de cuidados médicos, através da melhoria da gestão da informação administra e clínica, uma vez que possibilita a comunicação entre os doentes e os prestadores de cuidados de saúde [9].

A complexidade dos [SIS](#) e a sua heterogeneidade faz com que estes estejam dotados de diferentes ferramentas que possibilitam a manipulação da informação de forma individualizada. No entanto, havendo interação entre estes, a sua performance pode tornar-se ainda mais abrangente. É por isso importante a elaboração de um sistema completamente uniformizado para que exista interoperabilidade entre os distintos [Sistemas de Informação \(SI\)](#), fomentando a união entre funcionários e pacientes, e a cooperação entre as instituições de saúde e as entidades fornecedoras de serviços complementares, como é o caso das farmácias [1, 12, 13].

Atualmente, os [SIS](#) já estão instalados nas instituições de saúde com provas dadas, estando presentes em todos os procedimentos hospitalares, e tornando-se indispensáveis para o bom funcionamento e boa prestação de serviços [14].

2.1. Sistemas de Informação Hospitalar

Existe um desenvolvimento constante dos **SIS** que tem a ver com uma preocupação universal em aumentar a qualidade dos serviços prestados, quer seja do ponto de vista económico como na otimização dos serviços. Por estas razões tem existido grandes investimentos na evolução contínua destes sistemas [11].

Os **SIS** respondem a quase todas as necessidades, mas o facto de a informação estar espalhada pelos vários sistemas de cada ramo, torna o processo da tomada de decisão sobre o estado de um utente numa tarefa demorada e dispendiosa. A solução consiste numa aplicação que colmata a dispersão da informação tornando a sua procura mais fácil. Essa aplicação é o **Registo Clínico Eletrónico (RCE)** [15].

2.1.1 Sistemas de informação hospitalar em Portugal

Em Portugal existe uma entidade detentora dos principais **Sistemas de Informação Hospitalar (SIH)** presentes nos hospitais portugueses. Essa entidade é um instituto público integrado na administração indireta do Estado, o **Serviços Partilhados do Ministério da Saúde (SPMS)**. O **Sistema de Gestão de Doentes Hospitalares (SONHO)**, **Processo Clínico Eletrónico (PCE)**, **Prescrição Eletrónica Médica (PEM)** e **SClínico** são alguns dos sistemas que estão a cargo desta entidade.

Assim, os principais sistemas que auxiliam a prática de cuidados de saúde em Portugal são:

- **Processo Clínico Eletrónico (PCE):** Armazena eletronicamente a informação de cada paciente, de forma organizada, segura e disponível a todos os utilizadores da instituição;
- **Prescrição Eletrónica Médica (PEM):** Sistema implementado em 2012 cuja finalidade é a prescrição eletrónica sustentada de medicamentos segundo normas de orientação clínica. Aqui a segurança e eficiência na prescrição de medicação é garantida, através da desmaterialização dos procedimentos a esta associados (prescrição, dispensa, faturação, conferência);
- **Sistema de Gestão de Doentes Hospitalares (SONHO):** Sistema capaz de exibir, gerir e arquivar toda a informação administrativa de um determinado episódio de internamento. Surgiu no final da década de 1980 e tem como principais funcionalidades a identificação do utente, o agendamento, a validação e o registo de consulta e também o registo de vacinação do mesmo;
- **SClínico:** Sistema resultante da junção de dois antigos sistemas, o **Sistema de Apoio ao Médico (SAM)** e o **Sistema de Apoio à Prática de Enfermagem (SAPE)**. O **SAM** era um sistema direcionado para a prática médica, ao passo que o **SAPE** era onde se efetuavam os registos de enfermagem. A fusão destes dois sistemas ocorreu em 2013 resultando numa aplicação utilizável por todos os profissionais de saúde. Como

2.1. Sistemas de Informação Hospitalar

resultado, esta aplicação contém toda a informação associada às práticas de enfermagem e os dados relativos à atividade médica. Além disso, o PEM é também consultado através desta aplicação;

- **Laboratory Information System - Sistema de Informação Laboratorial (LIS):** Sistema de aquisição e análise de Análises Clínicas;
- **Radiology Information System - Sistema de Informação de Radiologia (RIS):** Sistema responsável pela aquisição e análise de imagens médicas. O seu armazenamento é efetuado pelo [Picture Archive and Communication System \(PACS\)](#);
- **Sistema de Urgências:** Sistema para o registo e gestão e arquivamento de episódios de urgência;
- **Sistema de Anatomia Patológica:** Sistema utilizado para exames pré-operatórios, biópsias e autópsias;
- **Sistema de Gestão de Recursos Humanos:** Sistema administrativo, responsável por gerir os profissionais do hospital de forma a obter o melhor rendimento possível;
- **Sistema de Gestão de Inventário:** Sistema responsável pela gestão e manutenção de todos os produtos e matérias essenciais na resposta diária e em situações extraordinárias.

2.1.2 Registo Clínico Eletrónico (RCE)

O [Registo Clínico Eletrónico \(RCE\)](#), conhecido em Portugal por [Processo Clínico Eletrónico \(PCE\)](#), é um dos principais resultados da implementação dos [SIS](#) e representa um passo na direção da melhoria da comunicação e no consequente aumento da disponibilidade da informação [8, 16].

O registo em papel foi o processo utilizado pelos médicos durante mais de um século, mas compila várias deficiências como a falta de uniformidade dos registos e a informação ilegível, o que se traduz na perda de informação ou erros de leitura, e sendo por isso considerado insuficiente no atendimento das necessidades atuais da medicina. De forma a colmatar estas deficiências, a digitalização deste processo tornou-se imperativa [17, 18].

A informatização do registo clínico tornou-se assim numa mais valia, pois permitiu tornar muito mais eficiente o registo da informação clínica. Assim, a gestão da quantidade de informação tornou-se mais fácil, contribuindo para o avanço da gestão hospitalar e levando a que o processo de consulta seja mais rápido, eficiente e menos dispendioso [19, 20].

2.2. Interoperabilidade

Com a compilação de toda a informação dos pacientes num sistema de fácil acesso é possível assegurar uma melhor prestação de cuidados de saúde, pois consultando os dados armazenados conseguem definir-se estratégias que melhorem a prestação de cuidados, e efetuar uma boa avaliação e definição do diagnóstico do paciente.

A acção do RCE abrange a totalidade do sistema de saúde tornando possível a consulta do histórico clínico do paciente, assim como informações sobre procedimentos clínicos e ações realizados no passado, facilitando assim o diagnóstico [20, 21].

É por isso é importante que qualquer tipo de ato clínico relacionado com o paciente seja registado RCE, quer sejam dados imagiológicos ou resultados de análises clínicas de rotina. Um historial clínico completo proporciona, sem dúvida, um bom suporte no processo de tomada de decisão.

Apesar de se apresentar como imensamente vantajoso, o RCE ainda não é um sistema incorporado a cem por cento no sistema de saúde. O RCE tem que cumprir as necessidades dos utilizadores e das instituições, de forma a que estas abandonem os registos em papel. A nível internacional têm sido feitas investigações de forma a encontrar os requisitos que a estrutura e arquitetura do sistema devem cumprir para que este seja implementado em plena totalidade [20, 22, 23].

Como resultado destas investigações, há um conjunto de requisitos que a arquitetura do sistema tem de cumprir [22]:

- Captura fiel do significado originalmente pretendido pelo autor de uma entrada de registo ou conjunto de entradas;
- Fornecimento de uma framework adequada para as necessidades dos profissionais e das empresas que permita analisar e interpretar o registo clínico, seja do indivíduo como da população em que este está inserido;
- Incorporação das 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 pacientes.

De forma a atingir os melhores níveis de interoperabilidade num ambiente hospitalar, estes sistemas são indispensáveis, possibilitando a continua evolução dos cuidados de saúde e gestão hospitalar.

2.2 Interoperabilidade

Com a aplicação das primeiras TI em alguns departamentos hospitalares, nos anos 60, surgiu uma crescente necessidade de informatização dos vários setores da saúde. Assim, e tendo em conta que as necessidades e exigências da informação não eram, de início, tão elevadas como o são atualmente, esta informatização foi assumida

2.2. Interoperabilidade

de forma independente por cada departamento, sendo que cada um desenvolveu soluções que respondiam às suas necessidades, não considerando o hospital como um todo [24]. Deste modo, é possível encontrar nas unidades de saúde uma grande quantidade de SI heterogêneos e fragmentados, com um certo grau de independência e incapazes de comunicar entre si, constituindo as chamadas "ilhas de informação" [25].

Tudo isto resulta, por sua vez, numa elevada dispersão da informação, uma vez que a mesma vai estar armazenada em bases de dados diferentes que servem aplicações distintas, e que apenas se encontram acessíveis para um serviço em específico, dificultando e até mesmo impossibilitando a sua partilha [25].

Para que a prestação de cuidados de saúde possa ocorrer com a maior qualidade possível, torna-se imperativo que os profissionais de saúde tenham acesso a toda a informação relevante (diagnósticos, terapêuticas) independentemente do local onde se encontrem, para poderem tomar decisões acertadas. O processo de prestação de cuidados é de tal forma complexo que a ausência de informação relevante aquando da tomada de decisão pode influenciar substancialmente os cuidados praticados, havendo uma maior probabilidade da ocorrência de erros médicos [4, 15, 25].

Tendo isto em conta, o maior desafio que as instituições de saúde atualmente enfrentam consiste na integração dos diversos SI existentes, de forma a garantir o acesso e a troca de informação. E é neste sentido que o termo interoperabilidade ganha destaque.

A interoperabilidade é um conceito multidimensional que pode ser aplicado a diversas áreas para além da saúde. Assim, são encontradas na literatura diversas formas de caracterizar este conceito, segundo diferentes perspectivas e com diferentes definições e abordagens [26].

De uma forma simples, a interoperabilidade define-se como a capacidade que um sistema possui de partilhar e trocar informações e aplicações com outro sistema [27].

Complementando esta designação e numa abordagem ligada ao setor da saúde, a interoperabilidade surge como a capacidade de SIH heterogêneos e aplicações computacionais comunicarem e trocarem informação de forma precisa, eficiente e consistente, e terem a aptidão de usar a informação que foi trocada [18, 28].

Por outro lado, para o [Institute of Electrical and Electronics Engineers \(IEEE\)](#) a interoperabilidade é a "capacidade de um sistema ou produto funcionar com outros sistemas ou produtos sem um esforço adicional por parte do utilizador". Acrescenta ainda que esta é apenas possível a partir da implementação de normas e do uso de padrões [29].

Tendo como principal missão a criação de SIS interoperáveis, a HIMSS surge com uma definição que completa as anteriores, e segundo esta associação a interoperabilidade diz respeito não só à "capacidade de diferentes SI, dispositivos e aplicações em aceder, trocar, integrar e usar informação", mas também concerne a "habilidade de

2.2. Interoperabilidade

SIS trabalhem em conjunto dentro e através de fronteiras organizacionais, de forma a fornecer atempadamente os devidos cuidados de saúde a indivíduos e comunidades” [30].

Apesar de serem ligeiramente diferentes, todas as definições apresentadas anteriormente têm um ponto em comum, que acaba por ser a base fundamental da interoperabilidade na saúde: a troca e partilha de informação entre sistemas distintos, de modo a permitir a utilização da mesma de forma eficiente.

A integração de diferentes SI deverá ser sempre efetuada em três níveis [31]:

Técnica: é neste nível que se trata da integração física dos vários componentes;

Sintática: nesta etapa assegura-se a coerência da mensagem;

Semântica: significa que os dois SI têm a mesma compreensão da mensagem.

Assim sendo, um pré-requisito importante para a integração consiste na concordância entre as partes, dos conteúdos e dos modelos de informação empregues [31].

Contudo existem ainda dificuldades notórias em integrar os SIS, quer pela existência de um grande número de fornecedores de sistemas e tecnologias, quer porque existem muitas aplicações de partilha de informação clínica e administrativa dentro da mesma organização. O facto de cada aplicação poder suportar múltiplas interfaces de comunicação que necessitam de manutenção com constantes modificações também dificulta [31].

A interoperabilidade é uma temática que tem apaixonado diversos investigadores, nas mais diversas áreas de investigação. Como tal, diversos modelos têm surgido com vista a classificar os SI de acordo com o seu nível de interoperação. Tendo em conta um conjunto de atributos, alguns destes modelos classificam a interoperabilidade nos sistemas quanto ao nível de abstração da informação trocada, quanto ao seu nível tecnológico e ainda segundo o grau de interoperação [32].

Um dos modelos mais conhecidos e completos é o **Levels of Conceptual Interoperability Model (LCIM)**, proposto por Tolk e Muguira [33, 34]. Este foca essencialmente nos graus de sofisticação da interoperabilidade presente num SI e é constituído por sete níveis, sendo que o nível mais baixo (Nível 0) corresponde à ausência de interoperabilidade e o nível mais alto (Nível 6) caracteriza um sistema com interoperabilidade conceptual.

Os vários níveis do LCIM estão evidenciados na figura 1, e são caracterizados da seguinte forma [34, 35]:

Nível 0: Sistemas autónomos com **interoperabilidade inexistente**. Os SI não estão de forma alguma conectados, sendo a interação apenas possível através de operadores humanos;

2.2. Interoperabilidade

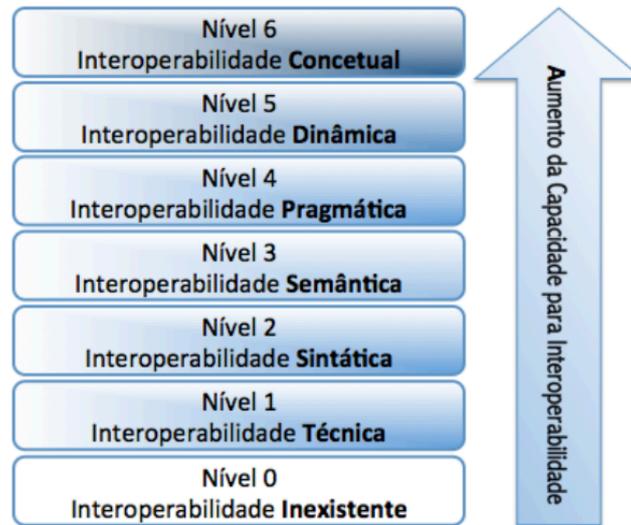


Figura 1: Modelo LCIM (adaptado de [34])

Nível 1: Nos SI com **interoperabilidade técnica**, a partilha de informação é feita utilizando redes e protocolos de comunicação bem definidos. Neste nível, os protocolos permitem a troca de informação na forma de bits e bytes.

Nível 2: A **interoperabilidade sintática** introduz uma estrutura comum para trocar informação, ou seja, é aplicado o mesmo formato de dados. Através da utilização de um protocolo comum, a informação é trocada no formato certo e pela ordem correta, assegurando uma partilha sem ambiguidade. Embora os SI envolvidos compreendam o formato dos dados partilhados, podem não entender o seu significado.

Nível 3: Quando o nível da **interoperabilidade semântica** é alcançado, existe um entendimento daquilo que se está a partilhar e a informação é interpretada da mesma forma em todos os sistemas intervenientes.

Nível 4: De forma a obter **interoperabilidade pragmática** é necessário que, para além da perceção da informação, os SI envolvidos tenham consciência dos métodos e procedimentos que cada sistema executa. O contexto em que se dá a troca de informação é compreendido por todos os sistemas participantes na partilha.

Nível 5: Ao longo do tempo, os sistemas operam sobre os respetivos dados, e como consequência também o seu estado se vai alterando. Se a **interoperabilidade dinâmica** for atingida, então isso significa que os sistemas conseguem aperceber-se e tirar partido dessas mudanças de estado. Assim, os efeitos inerentes à troca de informação são compreendidos por todos os sistemas envolvidos, e estes conseguem adaptar-se sempre que o significado da informação é alterado.

Nível 6: Para atingir o maior nível deste modelo - **interoperabilidade conceptual** - é essencial que os sistemas estejam em conformidade com as premissas e restrições de cada ambiente real. De forma a alcançar este objetivo, é necessário que os modelos conceptuais sejam documentados através de métodos usados na engenharia, permitindo a sua interpretação e avaliação por parte de outros engenheiros. Quando a interoperabilidade conceptual é atingida, os sistemas participantes podem ser aplicados a diferentes ambientes com diferentes premissas e restrições.

Ainda em relação à figura 1, é importante referir que quanto maior for o nível, maior é a capacidade de interoperação entre os sistemas. Além disso, outra característica fundamental do modelo **LCIM** prende-se com o facto de que qualquer nível superior engloba todos os níveis precedentes. Ou seja, o nível 6 do modelo abrange todos níveis anteriores e da mesma forma, o nível 5 inclui os níveis inferiores, e assim sucessivamente. Deste modo, quando a interoperabilidade conceptual é atingida (nível máximo), todas as características dos níveis precedentes se encontram presentes nos sistemas em questão [34].

A implementação da interoperabilidade nos **SIH** não é uma tarefa fácil devido à diversidade de registos clínicos, quer em relação ao formato dos dados quer em relação ao seu conteúdo. A comunicação entre sistemas deverá ocorrer sem que o significado clínico da informação se perca durante a partilha, o que faz com que a informação trocada só seja útil se as mensagens trocadas estiverem bem definidas e não existirem dúvidas sobre o seu conteúdo [36].

Deste modo, torna-se imperativa a adoção de normas (standards) que funcionem como base para a troca de informação entre sistemas heterogéneos, e que permitam às partes envolvidas formatar, transmitir, receber e armazenar dados [36]. Estas normas podem ser divididas em três categorias, consoante o seu propósito: normas de comunicação, normas de imagem e normas de representação da informação clínica [32, 36].

No que diz respeito às normas de comunicação, a norma mais utilizada é o **Health Level Seven (HL7)** [37]. Esta inclui um conjunto de formatos que especificam as interfaces para a troca eletrónica de dados entre os diversos **SI** existentes num ambiente hospitalar. O **HL7** é centrado na sintaxe da informação trocada, e não na tecnologia, arquitetura ou meios pelos quais essa comunicação acontece. A versão atual do **HL7** (versão 3), para além de definir a sintaxe das mensagens, também visa alcançar a interoperabilidade semântica, pois permite a especificação do conteúdo das mensagens através da utilização de um modelo de informação que clarifica as definições e garante a utilização das mesmas de forma consistente [13, 38].

Já no campo das normas de imagem, destaca-se a **Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)** como sendo a mais utilizada. Esta norma define estruturas e serviços de dados para a troca de imagens médicas (provenientes de qualquer modalidade) e da respetiva informação. A **DICOM** utiliza uma codificação binária com

2.2. Interoperabilidade

listas hierárquicas de dados distinguidos através de identificadores numéricos e usa também um protocolo de rede complexo desenhado especificamente. Deste modo, a interoperabilidade entre diferentes equipamentos é alcançada, e a disponibilidade das imagens e da respetiva informação é garantida [37, 39].

São apontadas como principais funcionalidade da norma DICOM a transmissão e persistência de objetos completos (imagens, formas gráficas e documentos), a consulta e recuperação desses objetos, a realização de ações específicas (impressão de imagens em filme), a gestão do fluxo de trabalho e a garantia da qualidade e consistência da imagem [40].

Por fim, destaca-se de entre as normas de representação de informação clínica o *Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms (SNOMED CT)*. Trata-se de uma terminologia abrangente que fornece conteúdo clínico e expressividade aos documentos e relatórios clínicos [8]. Esta pode ser utilizada por profissionais de saúde, administradores e investigadores na área da medicina de forma a melhorar a qualidade dos cuidados de saúde através da representação eficiente e concisa da informação clínica. Esta terminologia auxilia na organização de termos médicos, e pode ser integrada no PCE. Deste modo, a informação é armazenada uniformemente, permitindo o processamento e análise automática da mesma [41]. Esta terminologia será explicada com mais detalhe na secção 2.3.

A interoperabilidade na saúde traz consigo diversas vantagens. Através de uma análise da literatura existente sobre o tema, podem então sumariar-se os seguintes benefícios [31]:

- Melhor qualidade nos serviços prestados ao doente;
- Redução de erros médicos;
- Redução de custos;
- Maior segurança para os doentes;
- Melhor integração dos processos de saúde;
- Utilização de funcionalidades de valor acrescentado dos diferentes SI;
- Redução do papel nos processos;
- Aumento da eficiência no trabalho;
- Melhor controlo administrativo;
- Maior satisfação do doente;

2.2. Interoperabilidade

- Melhor colaboração entre instituições;
- Melhor apoio à decisão;
- gestão clínica e administrativa mais eficaz;
- Redução do tempo de internamento (demora média);
- Redução dos tempos de espera;
- Prevenção de efeitos adversos;
- Prevenção da realização de MCDT's desnecessários;
- Melhor qualidade de dados;
- Melhoria da partilha e fluxo de dados;
- Melhor acesso aos dados;
- Melhor utilização dos recursos;
- Melhor partilha de conhecimento;
- Redução do número de ações canceladas.

2.2.1 Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica (AIDA)

A [Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica \(AIDA\)](#) é uma plataforma que consiste num [Sistema Multi-Agente \(SMA\)](#) e foi criada para ultrapassar as dificuldades em alcançar a uniformidade dos sistemas clínicos, bem como a complexidade médica e administrativa das diferentes fontes de informação hospitalar [3, 7].

Esta plataforma foi desenvolvida por um grupo de investigadores da Universidade do Minho, o Grupo de Inteligência Artificial (GIA), e já se encontra atualmente instalada em alguns dos principais hospitais portugueses, nomeadamente: Centro Hospitalar do Porto, [Hospital Senhora da Oliveira, Guimarães \(HSOG\)](#), Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa, Unidade Local de Saúde do Norte Alentejano e Santa Casa da Misericórdia de Vila Verde [7].

Trata-se de uma plataforma constituída por funcionários eletrónicos dotados de inteligência, os chamados agentes, que possuem um comportamento pró-activo. As principais tarefas desempenhadas por estes agentes são [12]:

2.2. Interoperabilidade

- Comunicação entre sistemas heterogéneos;
- Gestão do armazenamento e da informação hospitalar;
- Resposta a pedidos em tempo útil;
- Receção e envio de informação proveniente de diversas fontes hospitalares (relatórios médicos, imagens, prescrições, etc).

A **AIDA** também suporta serviços baseados na web para facilitar o acesso direto aos serviços de comunicação e informação provenientes de terceiros. No entanto, e tal como o nome indica, o seu principal objetivo passa por integrar, difundir e arquivar grandes quantidades de informação existentes nas diversas fontes de dados, ou seja, em diferentes departamentos, serviços, unidades, computadores e equipamentos médicos [3, 12].

Deste modo, a **AIDA** possibilita a interoperabilidade entre subsistemas hospitalares, assumindo um papel central nos locais em que está instalada, como evidenciado na figura [7].

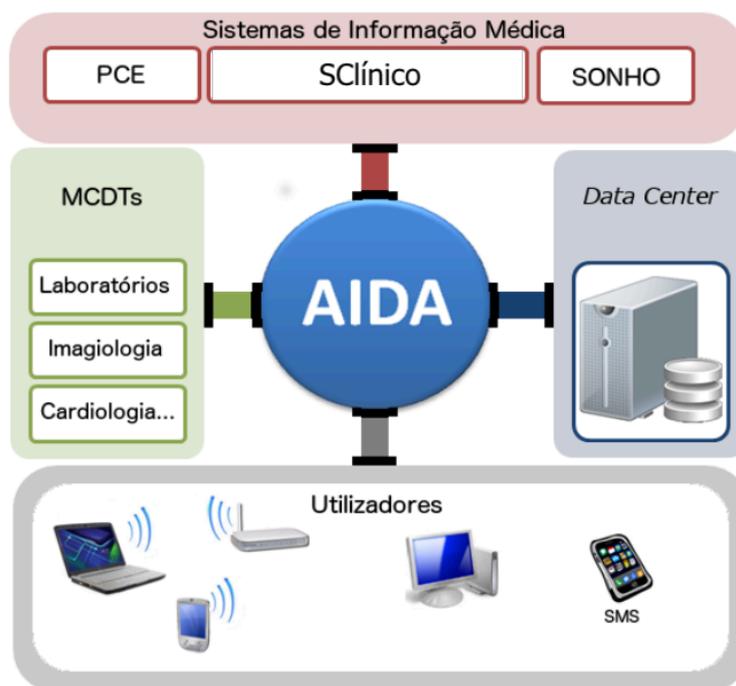


Figura 2: Papel central da AIDA (adaptado de [42])

Tal como pode ser observado na figura 2, a **AIDA** garante a comunicação entre diversos sistemas de registo de informação sendo estes o **Processo Clínico Eletrónico (PCE)**, **Sistema de Gestão de Doentes Hospitalares (SONHO)** e

SClínico, e permite ainda fazer a ponte entre estes e os sistemas complementares de realização de exames médicos, como é o caso dos laboratórios e serviços de imagiologia, radiologia, bloco operatório e de urgência.

A acesso à [AIDA](#) por parte dos utilizadores autorizados é fácil, o que faz com que a consulta e a gestão da informação clínica possam ser feitos a partir de qualquer parte do hospital, desde que tenha acesso à rede Além disso, possibilita ainda o envio de mensagens via telefone ou email [7].

2.2.2 Extração, Transformação e Carregamento de Dados (ETL)

Hoje em dia, um dos principais focos das instituições de saúde é alcançar a interoperabilidade. No entanto, e devido à quantidade, diversidade e dispersão dos dados clínicos por diversos [SIH](#), torna-se necessário a adoção de ferramentas e processos que permitam a extração dos dados das diversas fontes, a sua transformação com vista à sua normalização, e o seu armazenamento de forma mais homogénea [43, 44].

[Extract, Transform and Load \(ETL\)](#) corresponde ao conjunto do processos que visam a extração de dados oriundos de diferentes [SI](#), seguindo-se a sua validação, limpeza, transformação, agregação e carregamento para um novo repositório, designado por [Data Warehouse \(DW\)](#).

O [ETL](#) é um processo que se divide em três fases sequenciais [45, 46]:

- **Extração de Dados:** Os dados originais são extraídos das diferentes bases de dados ou de ficheiros em diferentes formatos, através da utilização, por exemplo, de scripts [SQL](#);
- **Transformação de Dados:** Nesta fase são realizados os ajustes necessários, de forma a consolidar os dados provenientes dos vários [SI](#) e melhorar a sua qualidade. Estes ajustes podem passar por limpar, corrigir, padronizar e tratar as inconsistências encontradas, transformando os dados de acordo com o modelo de [DW](#). Essas transformações podem ser a junção de dados de diversas fontes, seleção de apenas algumas colunas, modificar formatos de datas, entre outros;
- **Carregamento de dados:** Os dados previamente transformados são estruturados e carregados no [DW](#) final. Estes [DW](#) podem ser atualizados constantemente.

Um sistema [DW](#) está normalmente associado a bases de dados com um grande volume de dados, quer devido ao volume proveniente das fontes heterogéneas, quer por causa da baixa normalização geralmente utilizada. Assim, a estrutura de dados do [DW](#) é desenvolvida de forma a facilitar a consulta e análise desses dados [45].

2.3 SNOMED

2.3.1 O que é?

O *Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms (SNOMED CT)*, referido ao longo desta dissertação simplesmente por *SNOMED*, é uma terminologia clínica compreensiva que fornece conteúdo clínico e expressividade para documentação e relatórios clínicos. Consiste num sistema de nomenclatura internacional clinicamente validado e semanticamente rico que permite o registo e criação de *RCE* de elevada qualidade. É composto por conceitos, descrições e relações que permitem uma representação precisa de informação médica, adequada a todo o setor dos cuidados de saúde [47, 48].

Este surgiu em 1999 e resultou da junção entre o *Systematized Nomenclature of Medicine Reference Terminology (SNOMED RT)*, desenvolvido pelo *College of American Pathologists (CAP)* e o *Clinical Terms Version 3 (CTV3)*, desenvolvido pelo *National Health Service (NHS)* do Reino Unido. Atualmente, o *SNOMED CT* é propriedade da *International Health Terminology Standards Development Organization (IHTSDO)*, uma associação sem fins lucrativos e conta com cerca de 40 países membros, de entre os quais Portugal [47, 49].

De uma forma consistente, o *Systematized Nomenclature of Medicine (SNOMED)* permite a captura, partilha e agregação da informação clínica em especialidades e locais de atendimento. Além disso, a enorme abrangência dos conceitos existentes no *SNOMED* reduz a necessidade de lidar com múltiplos tipos de codificação da informação nos registos de saúde de uma mesma instituição, os quais muitas das vezes se sobrepõe, ou são incompatíveis. Isto significa que pode tornar-se na terminologia comum de comunicação, consulta e processamento entre as várias especialidades clínicas e entre diferentes instituições prestadoras de cuidados de saúde a nível local, nacional e mesmo internacional [50, 51].

O *SNOMED* é uma norma internacional que oferece uma oportunidade única de reunir as seguintes tendências da área da saúde [52]:

- a necessidade de uma terminologia padrão global na medicina e ciências da vida, coma capacidade de lidar com a imensidão de informações clínicas e científicas;
- um legado de termos biomédicos organizados de forma consistente;
- esforços no sentido da fundamentação ontológica dos tipos básicos de entidades na área biomédica;
- o aumento da disponibilidade de artefactos baseados em lógica próprios para grandes ontologias.

2.3. SNOMED

De forma a alcançar estes objetivos com recurso ao [SNOMED](#), o [IHTSDO](#) tem desenvolvido atividades e ferramentas que procuram incentivar, orientar, aconselhar e apoiar os principais intervenientes e todas as partes com interesse em implementar o [SNOMED](#) [50]:

- Melhores guias de implementação e acesso online fácil a diversas orientações;
- Desenvolvimento de um inventário de recursos que permite o acesso público ao [SNOMED](#);
- Esquema de aconselhamento de implementação para aumentar a disponibilidade das competências [SNOMED](#);
- Cooperação com os profissionais de saúde para criar elementos reutilizáveis, que possam ser usados em casos de negócios e requisitos para implementações [SNOMED](#);
- Cooperação com outros organismos de normalização sobre as normas para serviços de terminologia e de integrar elementos relevantes dentro de outros padrões da saúde.

2.3.2 Estrutura do [SNOMED](#)

O [SNOMED](#) é uma terminologia clínica de saúde que contém conceitos com significados únicos e definições baseadas em lógica formal, organizados em hierarquias. Atualmente, contém cerca de 350 mil conceitos ativos [8, 51].

O conteúdo do [SNOMED](#) é representado usando três componentes básicos (conceitos, termos e relações), atributos que caracterizam esses mesmos conceitos e hierarquias que resultam das relações existentes entre os vários conceitos. Essa estrutura pode ser observada na figura 3 [8]:

- **Conceitos:** Representam significados clínicos organizados em hierarquias;
- **Descrições:** Vinculam termos legíveis aos respetivos conceitos;
- **Relações:** Ligam cada conceito a outros conceitos relacionados.

Os conceitos representam ideias clínicas, sendo que cada um deles possui um identificador numérico único e um [Fully Specified Name \(FSN\)](#), que também não se repete. Dentro de cada hierarquia, os conceitos são organizados do mais geral ao mais detalhado, o que permite que os dados clínicos com mais detalhe sejam registados e posteriormente utilizados ou agregados num nível mais geral.

2.3. SNOMED

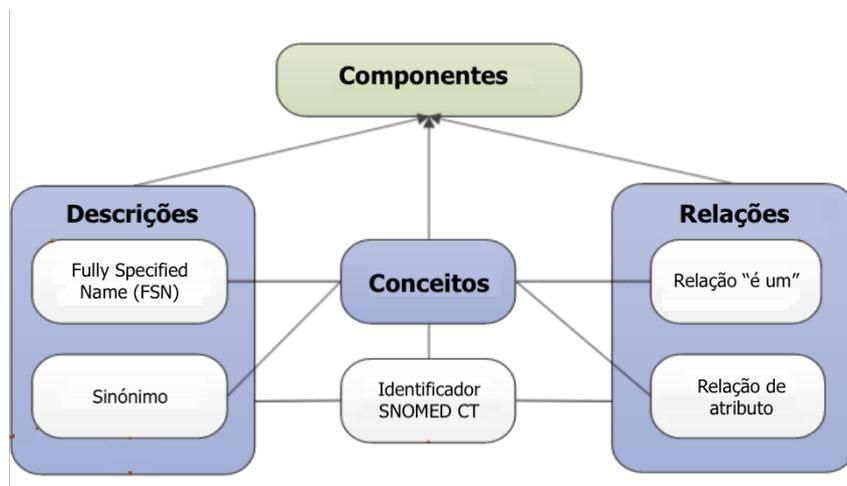


Figura 3: Modelo lógico do SNOMED (adaptado de [8])

As descrições, por sua vez, ligam termos aos conceitos adequados. Cada conceito pode estar associado a diferentes termos, ou seja, diferentes descrições. O FSN é um tipo de descrição, e as restantes descrições correspondentes a um mesmo conceito representam sinónimos do mesmo. Cada tradução do SNOMED inclui um conjunto adicional de descrições, que associam termos num outro idioma aos mesmos conceitos.

Tabela 1: Hierarquias do SNOMED e respetivo número de conceitos

Hierarquia	Tamanho
Descoberta clínica	113597
Procedimento	58169
Estrutura corporal	38971
Organismo	34773
Substância	26860
Produto farmacêutico/biológico	22219
Objeto físico	15656
Valor qualificativo	10907
Entidade observável	9020
Situação com contexto explícito	4712
Contexto social	4667
Evento	3174
Ambiente ou localização geográfica	1818
Componente do modelo SNOMED CT	1732
Amostra	1700
Preparação e dimensão	1547
Conceito especial	650
Artefacto de registo	483
Força física	169
Total de conceitos	350829

Por fim, as relações vinculam conceitos a outros conceitos cujo significado está relacionado de alguma forma.

2.3. SNOMED

Essas relações fornecem ao conceito relações formais e outras propriedades. Como exemplo de relação têm-se a relação "é um", que liga um conceito a conceitos mais gerais, definindo assim a hierarquia do [SNOMED](#).

Tendo em conta esta estrutura hierárquica da terminologia, esta tem um conceito raiz de nome "SNOMED CT", o qual se divide em categorias ao longo de diferentes níveis. As categorias de primeiro nível são dezanove, e estão especificadas na tabela 1, juntamente com o número de conceitos existentes em cada uma delas.

Cada categoria é subclassificada em categorias de segundo nível e estas, por sua vez, são subclassificadas em conceitos filhos e assim sucessivamente até chegar a conceitos com muita especificidade. É ainda importante referir que o modelo conceptual do [SNOMED](#) permite uma múltipla herança, ou seja, um conceito pode pertencer a diferentes categorias [8, 53].

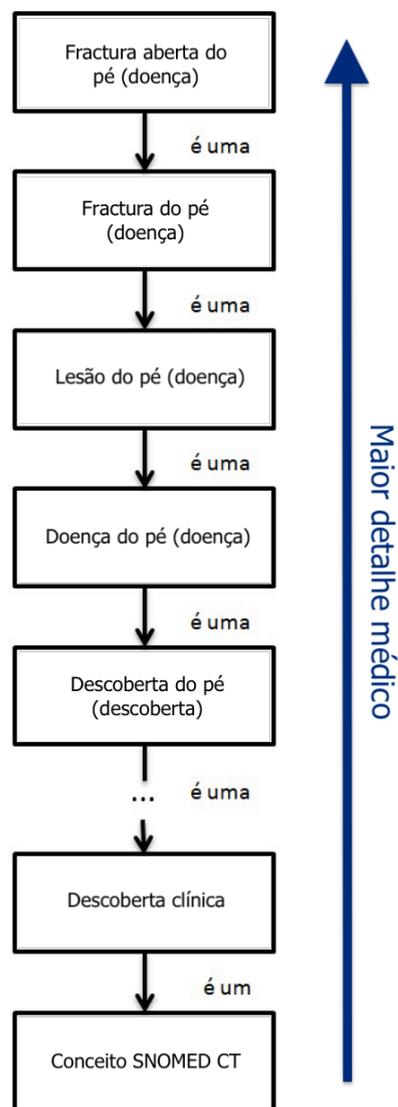


Figura 4: Hierarquia da relação "é um" (adaptado de [8])

2.3. SNOMED

Tal como referido anteriormente, as relações ligam conceitos entre si. Uma das relações mais utilizadas é a relação "é um", pois é aquela que define o conceito e a sua granularidade/nível de especificidade. Um exemplo deste tipo de relação está evidenciado na figura 4.

Existem ainda outras relações que são utilizadas com muita frequência, tais como "local da descoberta", que identifica o local onde a doença é encontrada e a "morfologia associada", que descreve a morfologia que caracteriza uma dada doença [8].

O conjunto de relações associadas a um determinado conceito permite definir logicamente o significado clínico desse mesmo conceito [8]. A figura 5 é um exemplo da classificação de um conceito pelas relações anteriormente mencionadas.

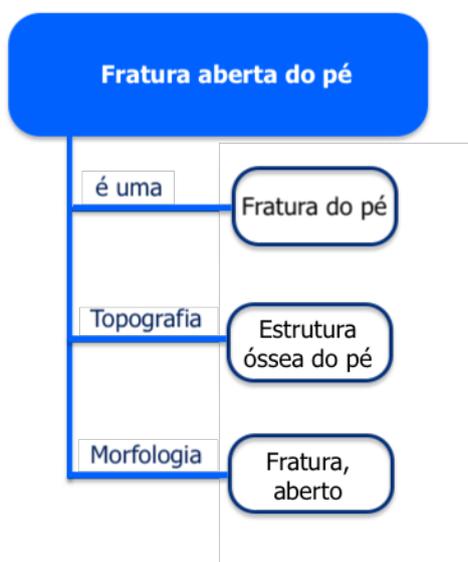


Figura 5: Classificação do conceito "Fratura aberta do pé"

Atualmente, existem mais de 100 tipos de relações (atributos) que definem algumas das categorias que constituem o SNOMED. Cada atributo pode ser aplicado a conceitos de uma ou mais hierarquias, que constituem o "domínio" do mesmo, sendo que o conjunto de valores permitidos para esse atributo constituem a chamada "gama" do atributo [8].

2.3.3 Utilização do SNOMED

O SNOMED não constitui uma aplicação por si só. De forma a que esta terminologia possa ser utilizada, deverá ser implementada como parte de uma aplicação.

2.3. SNOMED

O **SNOMED** serve, portanto, como uma base sobre a qual as organizações de saúde podem desenvolver aplicações. Deste modo, através dos conceitos, hierarquias e relações, estas aplicações têm um ponto de referência que lhes permite realizar análises de dados eficazes, podendo assim pesquisar resultados, avaliar a qualidade e o custo dos cuidados prestados, e projetar diretrizes de tratamento eficientes.

A utilização desta terminologia auxilia os profissionais de saúde, uma vez que torna a informação mais acessível e completa, o que se traduz, por sua vez, numa melhoria dos resultados para os pacientes.

Por isto, pode dizer-se que a implementação do **SNOMED** nos **SIS** é a chave para alcançar muitos dos potenciais benefícios do **PCE**.

Capítulo 3

Metodologia de Investigação

3.1 Introdução

Uma metodologia de investigação pode ser definida como um conjunto de regras e procedimentos que visam a construção de conhecimento científico e/ou a compreensão de um determinado fenómeno [54, 55].

Existem várias metodologias de investigação que se podem adotar, dependendo do tipo de estudo. A escolha desta deve por isso ter em conta os objetivos definidos para o estudo ou projeto em questão, de forma a obter os melhores resultados possíveis [56].

Posto isto, e considerando todos os aspetos mencionados anteriormente, chegou-se à conclusão que a metodologia de desenvolvimento que mais se enquadra com os objetivos traçados para esta dissertação é a [Design Science Research \(DSR\)](#), a qual será explicada e aprofundada na secção seguinte.

3.2 Design Science Research - DSR

O processo de [DSR](#) visa o design e a construção de artefatos que vão de encontro às necessidades humanas, e tem ganho particular relevância na resolução de problemas na área das [Tecnologias de Informação \(TI\)](#) [57, 58].

Esta metodologia consiste em duas atividades básicas: construção e avaliação [58]. A construção é o processo criativo que resulta em novos artefatos, e na avaliação testa-se a utilidade dos mesmos.

A [DSR](#) é uma área que tem evoluído muito. A designação [Design Science Research](#) surgiu apenas na última década, a partir da adaptação do conceito de [Design Research \(DR\)](#) por parte de investigadores ao campo dos [Sistemas de Informação \(SI\)](#) [59]. Estes começaram a adicionar a palavra science à designação base, de forma a evidenciar que existe uma diferença significativa entre ambos os métodos: enquanto que a [DR](#) é focada na pesquisa no ou sobre o design, a [DSR](#) consiste na pesquisa usando o design como método ou técnica de pesquisa [55].

Assim, a [DSR](#) pode ser vista como um ciclo no qual o conhecimento é usado (de forma criativa) para construir (criar) um produto, e esse produto é posteriormente avaliado para construir conhecimento [55].

A figura 6 mostra o modelo DSR proposto por Takeda, adaptado e completado por Vaishnavi e Kuechler [55].

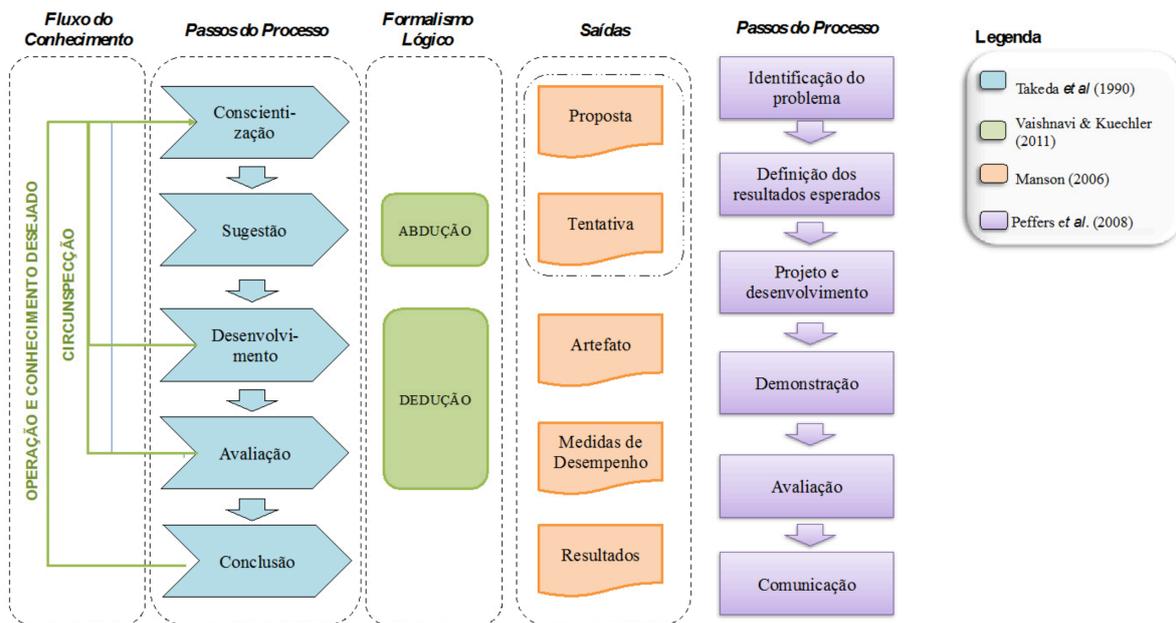


Figura 6: Modelo DSR (retirado de [55])

As cinco etapas que devem ser seguidas aquando da utilização do modelo DSR são [55, 58]:

- **Conscientização:** nesta etapa procede-se à identificação do problema de estudo. Torna-se, portanto, imprescindível entender a natureza, contexto, potencialidades e limitações desse mesmo problema, de forma a compreender o ambiente em que este está inserido. É neste momento que se inicia a construção formal ou informal do processo de investigação.
- **Sugestão:** tendo em conta os problemas identificados na fase anterior, são apresentadas uma ou mais propostas de solução. É uma etapa em que se deve fazer uso da criatividade e do conhecimento/experiência, de forma a apresentar soluções capazes e viáveis.
- **Desenvolvimento:** durante esta etapa são construídos e implementados um ou vários artefactos dos sugeridos anteriormente. As técnicas usadas diferem consoante o tipo de artefactos que estão a ser desenvolvidos. Independentemente do produto final ser um algoritmo, uma representação gráfica ou um protótipo, o mais importante é que seja funcional.
- **Avaliação:** tal como o nome indica, esta fase consiste na avaliação do artefacto obtido. O seu desempenho é verificado através de vários procedimentos, tendo em conta o ambiente para o qual foi projectado e as

condições estabelecidas para a sua validação. No caso de o produto criado não estar em conformidade com os objetivos inicialmente propostos, este deve ser criteriosamente analisado de forma a determinar o que poderá estar na origem da "falha" e posteriormente delinear as melhorias necessárias. Importa referir que quando isto acontece concretiza-se a principal característica da **DSR**: a aquisição de conhecimento com o design.

- **Conclusão:** Os resultados obtidos com a avaliação do produto são consolidados e registados. Caso estes estejam, de um modo satisfatório, de acordo com os resultados esperados, determina-se que a criação do artefacto foi bem sucedida e dá-se por terminado o ciclo de pesquisa. Pelo contrário, caso o sucesso não tenha sido alcançado, o ciclo **DSR** é reiniciado, e os conhecimentos adquiridos são aplicados para refinar a teoria usada anteriormente e completar as lacunas que levaram à criação de um artefacto inadequado.

3.2.1 Aplicação Prática

Como foi dito anteriormente, a metodologia de investigação adotada aquando do desenvolvimento deste projeto foi a **DSR**. Assim sendo, e de acordo com as várias etapas que conduzem um estudo **DSR**, as várias fases da elaboração desta dissertação são facilmente identificáveis.

Numa fase inicial, constatou-se o não funcionamento da aplicação de classificação de conceitos anatómicos. Após alguma investigação, descobriu-se que este problema surgiu após a reestruturação do modelo de dados da terminologia clínica **Systematized Nomenclature of Medicine (SNOMED)**, o qual se mostrou incompatível com o esquema relacional de dados já existente, e que servia, até então, a aplicação mencionada. Posteriormente, e estando **consciente do problema**, avançou-se para a fase seguinte. Assim, surgiu como **sugestão** de resolução a criação de um novo modelo relacional de dados, que estivesse de acordo com a nova estrutura da terminologia. Tendo uma possível solução idealizada, seguiu-se o seu **desenvolvimento**. Já nesta fase, o primeiro passo passou por criar um modelo de dados baseado na estrutura atual do **Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms (SNOMED CT)**. Depois, devido à enorme quantidade de conceitos da terminologia sem interesse para a Anatomia Patológica, procedeu-se à criação de **reference sets**, que correspondem a subconjuntos de dados com interesse para a referida aplicação, os quais foram obtidos a partir das tabelas de dados distribuídas com o **SNOMED**. Uma vez construído o protótipo, procedeu-se à **avaliação** do mesmo, comparando os teste de performance da aplicação usando a nova base de dados desenvolvida com os testes efetuados com a base de dados original do **SNOMED CT**. Por fim, e de forma a **concluir** o projeto, foram apresentados as conclusões, tendo em conta os resultados obtidos e o objetivo da solução esperado.

3.3 Base de dados - Oracle

A base de dados Oracle (ou Oracle [Relational Database Management System \(RDBMS\)](#)) é um sistema de gestão de base de dados pertencente à Oracle Corporation. Esta foi originalmente criada em 1977 por Lawrence Ellison, Ed Oates e Bob Miner, e apresenta-se atualmente como uma das bases de dados mais usadas e confiáveis em todo o mundo.

Consiste, essencialmente, numa colecção de informação que é processada como uma unidade, guardando e devolvendo essa mesma informação sempre que seja oportuno.

A construção deste sistema assenta num modelo relacional de dados, no qual a informação pode ser diretamente acessida pelos utilizadores ou aplicações com recurso a scripts [Structured Query Language \(SQL\)](#).

A Oracle também disponibiliza uma ferramenta que permite o acesso à informação armazenada de uma forma gráfica e mais simplificada, chamada [SQL Developer](#).

Posto isto, a linguagem de base de dados utilizada para a realização deste projeto, foi a linguagem Oracle, uma vez que é nesta que assentam os [SI](#) existentes no [Hospital Senhora da Oliveira, Guimarães \(HSOG\)](#). Para a execução de scrips e conseqüente construção do modelo de dados pretendido, foi usado o [SQL Developer](#) [60].

3.4 SNOMED CT Browser

O [SNOMED CT Browser](#) é uma ferramenta disponibilizada online pelo [SNOMED International](#), que permite explorar e os vários conceitos, hierarquias e relações da terminologia.

Serve, apenas, como interface de consulta, e pode ser utilizada por qualquer pessoa que pretenda conhecer um pouco mais o funcionamento e organização da terminologia, e pode ser encontrado em <https://browser.ihtsdotools.org/>.

Esta ferramenta serviu também de apoio ao longo desta dissertação, devido à sua fácil usabilidade e clareza, tendo sido utilizada diversas vezes na consulta de informação relativa ao [SNOMED](#) [61].

Capítulo 4

Criação de uma base de dados para a Anatomia Patológica

4.1 Introdução

No serviço de Anatomia Patológica do [Hospital Senhora da Oliveira, Guimarães \(HSOG\)](#) foi implementada, anteriormente, uma plataforma de classificação de termos associados à análise de peças anatómicas que tem por base a terminologia clínica [Systematized Nomenclature of Medicine \(SNOMED\)](#).

O desenvolvimento desta teve como principal motivação colmatar as necessidades que se faziam sentir neste setor, nomeadamente a falta de um [Sistemas de Informação \(SI\)](#) uniforme capaz de armazenar a informação proveniente dos relatórios produzidos. Embora neste serviço já existisse codificação, esta apenas se verificava para o registo dos exames a realizar, não existindo até então qualquer registo relativo às peças anatómicas analisadas nesse exame, nem da morfologia ou topografia das mesmas.

Os dados produzidos por esta aplicação estão armazenados numa base de dados Oracle que alimenta a [Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica \(AIDA\)](#).

A escolha do [SNOMED](#) prendeu-se essencialmente com a elevada quantidade de conceitos que a terminologia possui, e com o facto de estes poderem facilmente ser associados a morfologias, topologias e etiologias através de algumas das suas relações. Além disso, a facilidade de integração do [SNOMED](#) no [Registo Clínico Eletrónico \(RCE\)](#) foi também um fator determinante.

Posto isto, pretende-se criar um novo modelo de dados que possa continuar a servir esta aplicação, e que esteja de acordo com as propriedades das versões mais recentes do [SNOMED](#).

4.2 Implementação prática

Ao longo desta secção será descrito o trabalho desenvolvido, respeitando e seguindo a metodologia de investigação adotada: a *Design Science Research (DSR)*.

4.2.1 Consciencialização

Descrição da aplicação

A aplicação previamente existente na Anatomia Patológica do *HSOG* visa classificar e posteriormente registar os resultados de exames realizados neste serviço utilizando o *SNOMED*.

Deste modo, e tendo em conta o que foi requerido pelo diretor deste serviço quando esta foi implementada, a plataforma apresenta uma interface simples, tal como se pode verificar na figura 7.

The screenshot displays the initial layout of the AIDA @ SNOMED application. At the top, there is a header bar with user information: 'Utilizador [Enfermeiro - Médico de Teste]', 'Nome DOENTE TESTE', 'Data Nascimento 1990-01-01', 'Idade 30', 'Processo 25002866', 'Episódio 11015952', and 'Módulo URG'. Below this, the application logo 'AIDA @ SNOMED' is visible. The main interface is divided into two columns. The left column, titled 'Critérios para registo SNOMED:', contains search fields for 'Localização:', 'Morfologia:', and 'Etiologia:', along with a 'Gravidade:' dropdown menu set to '-escolha-'. At the bottom of this column are 'Registrar' and 'Cancelar' buttons. The right column, titled 'História de registos SNOMED:', displays a list of three SNOMED records. Each record includes the episode ID (11015952URG), registration date, and detailed SNOMED terms such as 'Localizacao:esophagus (body structure)', 'Morfologia: 37657006-62816018-Disorder of esophagus', and 'Etiologia: Human herpes simplex virus (organism)-19965007-748659019'. Each record also has a red 'X' icon next to it. The footer of the application shows 'HSOG - Hospital Senhora da Oliveira, Guimarães - AIDA @ (sv2) [JDUARTE-PC]'.

Figura 7: Layout inicial da aplicação

Na parte superior da interface encontram-se os dados quer do profissional de saúde que está a usar a aplicação, quer do doente sobre o qual se está a fazer um registo. O responsável por efetuar o registo pode ser um médico ou um enfermeiro.

Na parte central, é onde se encontram os campos para pesquisa de conceitos do *SNOMED* relativos a localizações, morfologias e etiologias, pesquisa essa efetuada por termos. Em cada campo, é mostrada uma lista de descrições

4.2. Implementação prática

que contenham a informação que está a ser digitada pelo utilizador. A cada letra inserida, é efetuada uma nova busca na base de dados e é retornada uma nova lista mais reduzida e adaptada à nova informação.

A localização selecionada poderá ainda ter um valor de lateralidade associado. Neste caso, basta um clique no botão "+" para que essa informação se torne visível.

Existe ainda a possibilidade de atribuir um nível de gravidade à morfologia da amostra. No entanto este apenas pode tomar três valores pré-definidos: Moderate, Mild and Severe, ou seja, gravidade moderada, leve ou severa, respetivamente.

Uma vez que todos os campos estejam preenchidos (características da amostra, dados do doente e episódio), estão reunidas as condições para classificar a amostra. O utilizador pode então optar por registar a informação selecionada, ou pode cancelar o registo da mesma.

Por fim, do lado direito é apresentado o histórico de registos. O profissional de saúde tem ainda a possibilidade de apagar registos seus, caso tenham sido efetuados há menos de 24 horas.

Formalização do problema

A aplicação acima descrita foi implementada sobre uma versão do [SNOMED](#) mais primitiva e estruturalmente diferente: o [Systematized Nomenclature of Medicine Reference Terminology \(SNOMED RT\)](#) [62].

Isto remete a uma versão criada numa altura em que o [Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms \(SNOMED CT\)](#) ainda nem existia, tendo em conta que este só surgiu em 1999, e resultou precisamente da junção do [Clinical Terms Version 3 \(CTV3\)](#) com o [SNOMED RT](#).

Na figura 8 é possível observar um exemplo que retrata a classificação de uma amostra na versão pioneira da aplicação.

The screenshot shows the 'CLASSIFICAR' interface. At the top left is the SNOMED INTERNATIONAL logo. To its right is a dark blue button with the word 'CLASSIFICAR' in white. Below the logo, there is a 'Localização:' label followed by a text input field containing 'T-50500 - Intestinal structure (body structure)'. Below this field is a small circular button with a plus sign. To the right of the plus sign is a light blue box containing classification options. The box has a 'Lado:' label and a checked checkbox for 'Entire abdomen (body structure)'. Below that is a 'Parte de:' label and two unchecked checkboxes: 'Entire gastrointestinal tract includes esophagus, stomach and intestines (body structure)' and 'Entire viscus (body structure)'. At the bottom, there is a 'Morfologia:' label followed by a text input field containing 'M-54000 - Necrosis (morphologic abnormality)'.

Figura 8: Classificação de uma amostra na aplicação com a base de dados do [SNOMED RT](#) (retirado de [63])

4.2. Implementação prática

Através da análise da figura 8, facilmente salta à vista a característica que constitui uma das principais diferenças entre o **SNOMED CT** e o **SNOMED RT**: ao passo que no primeiro o conceito possui um identificador numérico, o segundo tem um identificador alfanumérico.

Além do mais, a letra (ou letras) contida(s) na identificação do conceito não são escolhidas ao acaso, permitindo identificar a categoria à qual esse mesmo conceito pertence. O caso representado na figura 8 evidencia as letras que identificam os conceitos correspondentes a morfologias e a localizações: letras "M" e "T", respetivamente.

O **SNOMED RT** ainda continuou ativo depois da criação da primeira versão do **SNOMED CT** durante vários anos. No entanto, foi descontinuado e deixou de ser suportado na mesma altura em que o modelo **Release Format 2 (RF2)** do **SNOMED CT** surgiu, em 2010.

Isto fez com que a base de dados que suportava a plataforma de registo se tornasse obsoleta, uma vez que a estrutura de dados do **SNOMED CT** e do **SNOMED RT** são incompatíveis, e impossibilitando, por sua vez, o funcionamento e consequente utilização da plataforma de codificação desenvolvida.

Está assim identificado o principal problema de estudo.

4.2.2 Sugestão

Tendo em conta o problema identificado anteriormente, torna-se imprescindível a reestruturação da base de dados que alimenta a aplicação.

Assim, a solução sugerida passa pela criação de uma nova base de dados que assente nas atuais características do **SNOMED**, de forma a conferir novamente funcionalidade à aplicação existente.

4.2.3 Desenvolvimento

A criação da base de dados compreendeu a execução de dois processos de **Extract, Transform and Load (ETL)**:

- um para construir a base de dados original do **SNOMED**;
- outro para construir a base de dados da aplicação a partir da base de dados do **SNOMED CT**.

Construção da base de dados do **SNOMED CT**

O **SNOMED CT** é uma terminologia que está em constante melhoria. Como tal, são efetuadas duas atualizações por ano, sendo estas divulgadas nos meses de janeiro e julho, no caso da versão internacional do **SNOMED CT**.

Juntamente com cada atualização da terminologia que é lançada, vêm sempre três versões distintas [64]:

4.2. Implementação prática

- Full - que contém todas as versões de todos os componentes alguma vez lançados;
- Snapshot - contém apenas a versão mais recente dos componentes da terminologia;
- Delta - contém apenas os componentes que foram adicionados ou alterados deste o lançamento da versão anterior.

Os componentes que constituem o **SNOMED CT** vêm distribuídos em seis ficheiros .txt diferentes, sendo estes [65]:

- Concept - Contém todos os conceitos da terminologia
- Relationship - É onde estão especificadas todas as relações existentes na terminologia, do tipo infered
- Description - Contém todas as descrições;
- TextDefinition - Contém um conjunto de descrições de tipo descritivo;
- StatedRelationship - Contém todas as relações do tipo stated;
- Identifier - Não contém quaisquer dados na versão internacional

Para a criação da base de dados do **SNOMED** foram utilizados os ficheiros na versão snapshot. Uma vez que os componentes da terminologia se encontram organizados de forma a poderem ser utilizados num modelo relacional, estes ficheiros já vêm formatados de forma a ser possível a sua fácil importação para as bases de dados relacionais.

Assim sendo, foi utilizada a ferramenta de importação do SQL Developer para importar a informação contida nesses ficheiros .txt para a base de dados Oracle. Dessa importação resultaram cinco tabelas distintas, com o mesmo nome dos ficheiros originais.

A base de dados do **SNOMED CT** tenta reproduzir a mesma estrutura da terminologia. Como tal, é estruturada em conceitos, hierarquias e relações entre conceitos, sendo que cada conceito pode estar associado a diferentes descrições. As hierarquias compreendem diferentes classificações como doenças, morfologia, descobertas clínicas ou partes do corpo e as relações, por sua vez, podem ser de diferentes tipos: agente causador, morfologia associada, localização e outros.

Tendo tudo isto em conta, e depois de estabelecidas as devidas relações entre as tabelas, obteve-se a estrutura relacional representada na figura 9.

4.2. Implementação prática

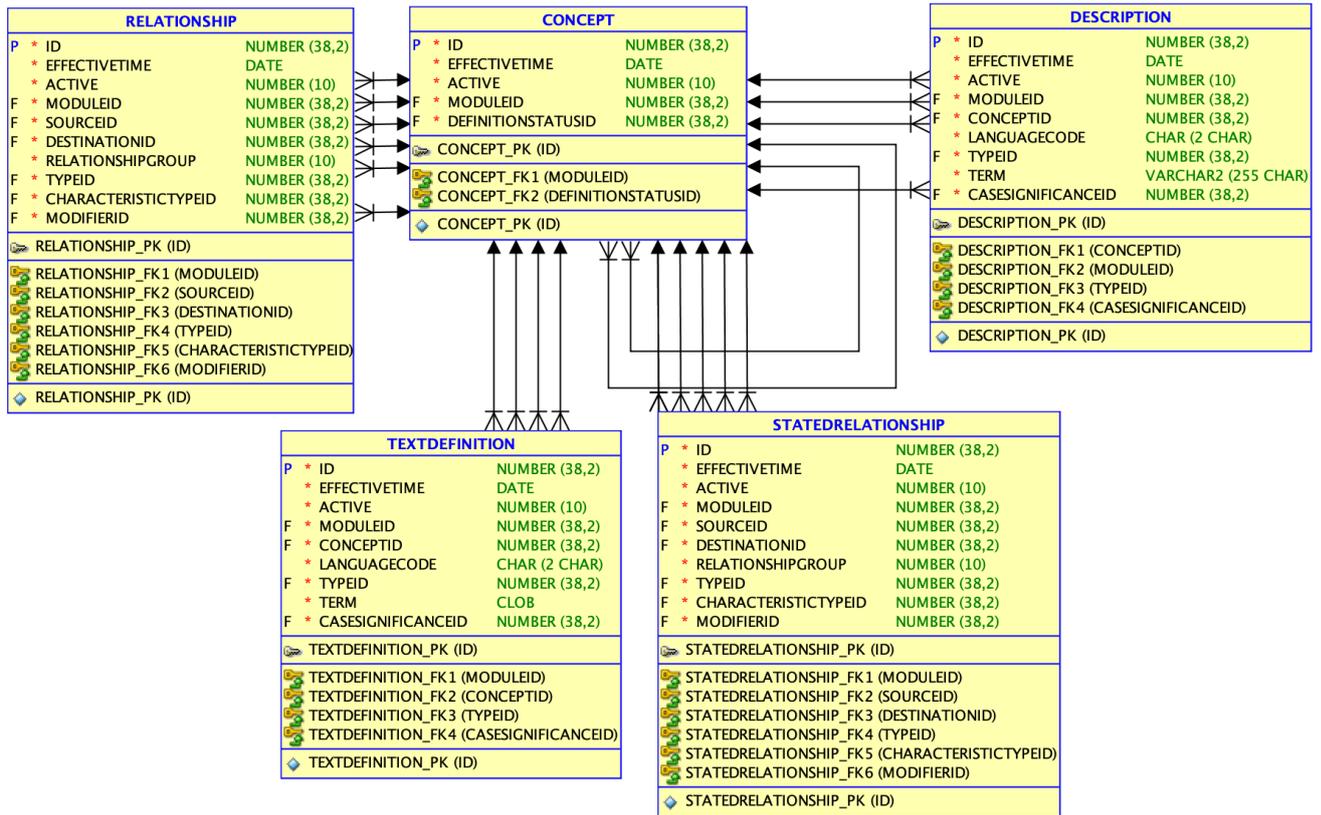


Figura 9: Modelo relacional da base de dados do SNOMED CT

Construção da base de dados da aplicação

Depois de construída a base de dados do SNOMED CT, segue-se a criação da base de dados que sustentará a aplicação de classificação.

Tal como foi possível analisar em 4.2.1, a plataforma da Anatomia Patológica visa classificar amostras patológicas de acordo com a terminologia do SNOMED.

Posto isto, e tendo em conta as funções que a aplicação assegura, os dados que são necessários consultar no SNOMED são os conceitos relativos à localização, lateralidade, morfologia e etiologia.

Assim, e de forma a que a pesquisa de informação seja o menos demorada possível, criaram-se tabelas para armazenar apenas os dados relativos a cada uma destas categorias.

Location

Quando falamos de localização, referimo-nos ao local ou parte do corpo de onde uma determinada amostra patológica foi retirada. Assim, e tendo em conta a estrutura do SNOMED CT, os conceitos que encaixam nesta

4.2. Implementação prática

categoria estão agrupados dentro da hierarquia "estrutura corporal".

De forma a selecionar todos os conceitos relevantes, seria interessante que o modelo do [SNOMED CT](#) viesse "equipado" com algum atributo ou característica que permitisse a seleção de todos os conceitos que estão contidos numa determinada categoria, ou seja, todos os conceitos filhos. No entanto, e tendo conhecimento da estrutura desta terminologia, tal não é possível. Embora as relações "é um" relacionem um conceito com outro abaixo deste, estas só tem o alcance de um "patamar", e so permitem a seleção do conceito imediatamente a seguir.

As relações existentes no [SNOMED](#) estão definidas, no modelo relacional, por três colunas principais da tabela relationship: por um sourceid, que corresponde ao conceito ao qual a relação se vai aplicar; por um destinationid, que se refere ao valor que o atributo pode tomar; e por um typeid, o qual identifica o tipo de relação.

Posto isto, e após uma análise da terminologia, chegou-se à conclusão que a melhor forma de obter conceitos descendentes de "estrutura corporal" seria através das relações que tivessem como domínio ou gama (contra-domínio) essa mesma categoria.

Estas informações estão disponíveis em [65], onde são descritos extensivamente os vários atributos e as suas características.

Deste modo, constatou-se que existem dois tipos de relação que efetivamente estão associados ao conceito "estrutura corporal anatómica ou adquirida", o qual se adequa perfeitamente às necessidades mencionadas. Estas relações são "local da descoberta" e "lateralidade". Relações do tipo "local da descoberta" tem como gama (destinationid) conceitos da categoria supramencionada. Contrariamente, a "lateralidade" caracteriza partes do corpo, os quais constituem o domínio (sourceid) deste atributo.

De forma a obter os conjuntos de interesse, foram realizadas no SQLDeveloper queries à base de dados do [SNOMED](#). A título de exemplo, a query utilizada para obter a informação relevante é apresentada a seguir.

```
(SELECT distinct destinationid
FROM relationship
WHERE active=1 AND typeid=363698007)
UNION
(SELECT distinct sourceid
FROM relationship
WHERE active=1 AND typeid=272741003)
```

Ou seja, foram selecionados todos os conceitos activos que sejam o destinationid de uma relação do tipo "local da descoberta" e foram selecionados todos os conceitos activos que correspondam ao sourceid de uma relação do

tipo "lateralidade".

Posteriormente, os resultados obtidos deram então origem à tabela location (localização).

É certo que desta forma não se conseguem selecionar todos os conceitos descendentes da categoria visionada, mas é a forma de obter o melhor número possível.

Laterality

O conjunto de conceitos correspondentes à lateralidade é bastante fácil de obter. Em primeiro lugar, trata-se de um conjunto de apenas três valores distintos. Além disso, a relação do tipo "lateralidade" vincula diretamente todos os conceitos que têm lateralidade ao respetivo valor.

Assim, de forma a obter todos os valores que a lateralidade pode assumir basta selecionar a gama de alcance (destinationId) das relações desse tipo.

Location_with_laterality

Na plataforma de codificação, a lateralidade apenas é mostrada (quando existe) depois de ter sido selecionada uma localização.

Neste sentido, é necessária a criação de uma tabela auxiliar que contenha o conjunto dos conceitos e respetivas lateralidade. De outra forma, a lateralidade e as localizações seriam mostradas na mesma mas sem qualquer tipo de associação entre ambos.

A tabela em questão foi na mesma obtida através das relações de "lateralidade". No entanto, desta vez foram gravados os pares sourceId - destinationId.

Morphology

De uma forma semelhante ao que aconteceu no caso da localização, as morfologias estão todas agrupadas na hierarquia "estrutura morfologicamente anormal". No entanto, e como já se constatou que não há nenhum atributo especial que faça a ligação entre todos os conceitos de uma hierarquia de forma a poder selecciona-los, vai ser necessário recorrer ao atributo "morfologia associada".

Neste caso, para criar uma lista com morfologias teremos de selecionar todos os destinationId das relações cujo tipo seja igual ao mencionado acima.

Mais uma vez, devido às limitações não estarão contempladas na tabela todas as "estruturas morfologicamente anormais", apenas aquelas que foi possível selecionar através das relações.

Etiology

A etiologia concerne a causa da alteração detetada na amostra. No **SNOMED CT** existe um atributo denominado de "agente causador", o que faz com que estes possam ser selecionados mais facilmente.

Assim, a tabela das etiologias pode ser facilmente povoada através da seleção de conceitos que correspondem a agentes causadores, que por sua vez assumem o papel de `destinationId` em relações deste tipo.

Por fim, e assumindo um papel central no modelo de dados desenvolvido, esta a tabela responsável por agregar toda a informação inserida nos vários campos da aplicação. Esta tabela, chamada `registro`, é onde as informações escolhidas para classificar uma amostra vão ser agrupadas e armazenadas.

Esta tabela é a detentora de uma maior dimensão, devido à quantidade de dados diferentes que é responsável por armazenar, contrariamente ao que acontece com as restantes tabelas até agora descritas, que possuem, na sua maioria, apenas uma coluna com o identificador do conceitos e a respetiva descrição.

Esta agrega informação proveniente de diversas fontes:

- localização, morfologia, etiologia e lateralidade, provenientes da base de dados do **SNOMED CT**;
- gravidade;
- utilizador, proveniente de uma tabela de autenticação;
- processo, nome, data de nascimento e idade, que vêm da tabela **PCEDOENTES** e episódio o modulo, retirado da **PCEEPISODIOS**, ambas existentes na base de dados da **AIDA**.

Posto isto, o esquema relacional do modelo de dados desenvolvido está representado na figura 10.

4.2.4 Avaliação

Depois da implementação do modelo, torna-se necessária a sua avaliação, de modo a perceber se cumpre com aquilo que era pretendido. É de interesse, portanto, que o tempo de procura de consulta seja o menor possível.

Assim, foi feita uma avaliação aos dois modelos desenvolvidos: o esperado é que o tempo de consulta seja maior na base de dados do **SNOMED**, pois possui um quantidade muito maior de conceitos.

Foram então testados, com auxílio do SQL Developer e de queries **Structured Query Language (SQL)**, os tempo de resposta à pesquisa de uma localização, morfologia e etiologia, em ambos os modelos de dados. Estas pesquisas foram feitas sobre os termos, visto que é assim que a procura é feita na aplicação implementada.

4.2. Implementação prática

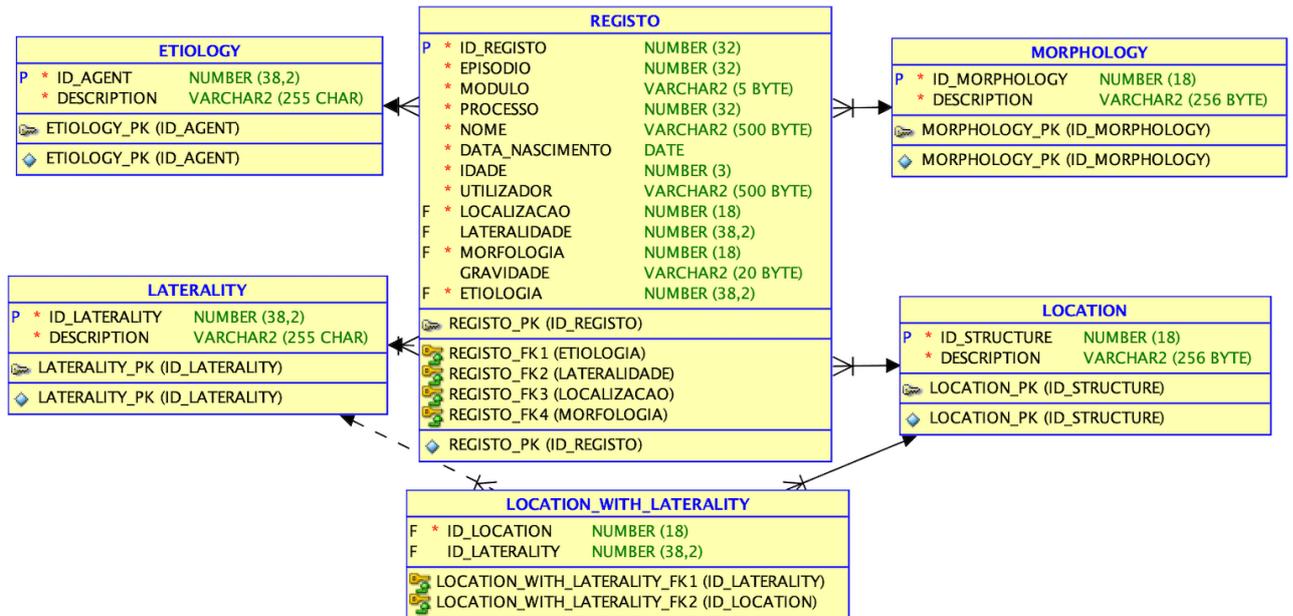


Figura 10: Modelo relacional da base de dados para a aplicação de classificação

Os resultados obtidos estão representados na tabela 2. Os conceitos sobre os quais se fez a pesquisa estão evidenciados do lado esquerdo. O primeiro corresponde a uma etiologia, o segundo a uma estrutura anatômica e o último a uma morfologia.

Tabela 2: Tempos de pesquisa por conceito

Conceito\Tempo de resposta	BD da aplicação		BD do SNOMED	
	Primeiras 3 letras	Palavra	Primeiras 3 letras	Palavra
Allergen (substance)	0.004s	0.003s	0.416s	0.439s
Stomach structure	0.003s	0.004s	0.491s	0.566s
Vascular sclerosis	0.002s	0.004s	0.428s	0.417s

Para cada termo, foi efetuada uma pesquisa apenas com as primeiras três letras do termo, e outra com a primeira palavra constituinte do mesmo. No entanto os resultados variaram bastante, não permitindo tirar conclusões e perceber se a pesquisa é mais longa quando se procura um termo com mais caracteres ou um de dimensão menor.

Analisando a tabela, facilmente se constata a grande diferença de tempos de resposta entre as duas bases de dados. Como esperado, a pesquisa foi menos rápida na base de dados do **SNOMED**, o que é compreensível, tendo em conta que nesta as tabelas são muito mais longas, e portanto há um maior número de conceitos a percorrer antes de obter uma resposta.

Deste modo, a avaliação resultante da base de dados implementada é positiva, pois provou que o modelo desenvolvido é mais eficiente que o modelo original do **SNOMED CT**.

4.2. Implementação prática

A aplicação encontra-se já a funcionar com o novo modelo de dados, estando de acordo com aquilo que se pretendia por parte dos utilizadores da mesma.

Na figura 11 está retratada uma pesquisa de conceitos já com a nova base de dados, comprovando o seu funcionamento.

The screenshot displays the AIDA SNOMED application interface. At the top, the user is identified as 'Utilizador [Enfermeiro - Médico de Teste]' with the name 'AIDA ® SNOMED'. Patient information includes 'Nome DOENTE TESTE', 'Data Nascimento 1990-01-01', 'Idade 30', 'Processo 25002866', 'Episódio 11015952', and 'Módulo URG'. The interface is divided into two main sections: 'Critérios para registo SNOMED:' and 'História de registos SNOMED:'. The 'Critérios' section shows a search for 'aneury' in the 'Morfologia:' field, with a list of results including '129216006-Acquired arteriovenous aneurysm' and '85659009-Aneurysm'. The 'História' section shows three previous records with details such as 'Episódio 11015952URG - registado em 2019-02-07 12:54' and 'Localizacao:esophagus (body structure)'. The interface is running on 'AIDA ® (sv2) [JDUARTE-PC]'.

Figura 11: Pesquisa de morfologias depois da implementação da base de dados desenvolvida

Capítulo 5

Conclusão

De forma a permitir a uniformização do registo de dados no serviço de Anatomia Patológica, existe uma aplicação implementada no [Hospital Senhora da Oliveira, Guimarães \(HSOG\)](#) que consiste na classificação de conceitos segundo o [Systematized Nomenclature of Medicine \(SNOMED\)](#). Esta aplicação permite, assim, a pesquisa de termos relacionados com peças anatómicas, nomeadamente a sua localização, morfologia, etiologia e lateralidade.

A questão de investigação a que o desenvolvimento deste projeto tentou responder foi:

É possível, a partir do [SNOMED](#), implementar um modelo de dados eficiente na Anatomia Patológica?

Junto com esta questão foram definidos alguns objetivos, que permitiram ajudar na obtenção de respostas à questão principal.

Na secção 2.3 foi analisada, de forma detalhada o [Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms \(SNOMED CT\)](#). Posto isto, constatou-se esta terminologia é composta por três principais componentes, que são os conceitos, termos e relações. Estes componentes estão, por sua vez, organizados de acordo com uma estrutura hierárquica, segundo a qual os componentes do topo correspondem a categorias mais gerais, com pouco grau de especificidade, e os componentes das pontas, ou seja, mais afastados da raiz, são aqueles cuja especificidade é mais elevada. Constatou-se ainda que o [SNOMED](#) é uma terminologia muito rica e vasta, sendo esta a característica que a torna adequada para caracterizar e registar conceitos em Anatomia Patológica.

Posteriormente, foi efetuado um breve estudo sobre a plataforma de classificação existente na Anatomia Patológica do [HSOG](#), para assim perceber quais os problemas existentes e assim procurar uma solução com vista a resolver os mesmos. Assim, verificou-se que a principal razão que fez com que a plataforma deixasse de funcionar foi a incompatibilidade entre a estrutura do [Systematized Nomenclature of Medicine Reference Terminology \(SNOMED RT\)](#) e o [Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terms \(SNOMED CT\)](#). Uma das diferenças mais notáveis está associada à identificação dos conceitos, a qual passou de uma identificação com letras e números para uma identificação apenas numérica.

5.1. Trabalho futuro

Por fim, foram então desenvolvidos dois modelos relacionais de dados, um baseado na estrutura original do [SNOMED](#) e outro construído a partir deste mas apenas contemplando os conteúdos de interesse, os quais foram depois avaliados.

Com a avaliação, verificou-se que de facto é possível implementar um modelo de dados eficiente, sendo esta conclusão corroborada pelo resultado dos testes efetuados.

5.1 Trabalho futuro

Tendo em conta as vantagens inerentes à utilização do [SNOMED](#), seria importante a implementação desta terminologia em mais [Sistemas de Informação Hospitalar \(SIH\)](#) do [HSOG](#). Se esta se estendesse a outras áreas de especialidade, seria mais fácil estas trocarem informação entre si e eventualmente poderia atingir-se a uniformização do registo clínico nesta instituição de saúde.

Relativamente ao modelo de dados desenvolvido ao longo do projeto, há sempre melhorias a fazer. Uma ideia a seria a criação de um sistema de atualização automática da base de dados, de cada vez que fosse lançada uma nova versão do [SNOMED](#). Uma outra sugestão é a integração de uma ferramenta que permita a obtenção de resultados estatísticos, a qual poderia ser útil para o profissional de saúde.

Bibliografia

- [1] R. Haux, “Health information systems–past, present, future”, *International journal of medical informatics*, vol. 75, n° 3-4, pp. 268–281, 2006.
- [2] S. Khodambashi, “Business process re-engineering application in healthcare in a relation to health information systems”, *Procedia Technology*, vol. 9, pp. 949–957, 2013.
- [3] J. Duarte, M. Salazar, C. Quintas, M. Santos, J. Neves, A. Abelha e J. Machado, “Data quality evaluation of electronic health records in the hospital admission process”, ago. de 2010, pp. 201–206. DOI: [10.1109/ICIS.2010.97](https://doi.org/10.1109/ICIS.2010.97).
- [4] A. P. Pinheiro, “Os sistemas de informação na prática do médico de família: Onde está a interoperabilidade?”, *Revista Portuguesa de Medicina Geral e Familiar*, vol. 34, n° 4, pp. 250–254, 2018.
- [5] H. de Fátima Marin, “Sistemas de informação em saúde: Considerações gerais”, *Journal of Health Informatics*, vol. 2, n° 1, 2010.
- [6] A. O. Orlova, M. Dunnagan, T. Finitzo, M. Higgins, T. Watkins, A. Tien e S. Beales, “An electronic health record-public health (ehr-ph) system prototype for interoperability in 21st century healthcare systems”, em *AMIA Annual Symposium Proceedings, American Medical Informatics Association*, vol. 2005, 2005, p. 575.
- [7] J. Duarte, C. F. Portela, A. Abelha, J. Machado e M. F. Santos, “Electronic health record in dermatology service”, em *International Conference on ENTERprise Information Systems*, Springer, 2011, pp. 156–164.
- [8] C. SNOMED, “Starter guide”, IHTSDO. December, 2017.
- [9] K. C. Laudon e J. P. Laudon, *Management Information Systems: Managing the Digital Firm Plus MyMISLab with Pearson eText–Access Card Package*. Prentice Hall Press, 2015.
- [10] C. O. Özogul, E. E. Karsak e E. Tolga, “A real options approach for evaluation and justification of a hospital information system”, *Journal of Systems and Software*, vol. 82, n° 12, pp. 2091–2102, 2009.
- [11] T. Lippeveld, R. Sauerborn, C. Bodart, W. H. Organization et al., “Design and implementation of health information systems”, 2000.
- [12] H. Peixoto, M. Santos, A. Abelha e J. Machado, “Intelligence in interoperability with aida”, em *International Symposium on Methodologies for Intelligent Systems*, Springer, 2012, pp. 264–273.

- [13] M. Miranda, M. Salazar, F. Portela, M. Santos, A. Abelha, J. Neves e J. Machado, “Multi-agent systems for hl7 interoperability services”, *Procedia Technology*, vol. 5, pp. 725–733, 2012.
- [14] H. Peixoto, J. Duarte, A. Abelha, M. Santos e J. Machado, “Scheduleit–open-source preventive actions management platform in healthcare information systems”, *Procedia Technology*, vol. 5, pp. 734–742, 2012.
- [15] R. Haux, “Individualization, globalization and health–about sustainable information technologies and the aim of medical informatics”, *International journal of medical informatics*, vol. 75, n° 12, pp. 795–808, 2006.
- [16] A. C. R. Feitosa e A. N. d. Ávila, “Electronic medical record for prenatal care of diabetic women”, *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, vol. 38, n° 1, pp. 9–19, 2016.
- [17] M. A. Gutierrez, “Sistemas de informação hospitalares: Progressos e avanços”, *Journal of Health Informatics*, vol. 3, n° 2, 2011.
- [18] M. Eichelberg, T. Aden, J. Riesmeier, A. Dogac e G. Laleci, “A survey and analysis of electronic healthcare record standards”, *ACM Computing Surveys (CSUR)*, vol. 37, pp. 277–315, dez. de 2005. DOI: [10.1145/1118890.1118891](https://doi.org/10.1145/1118890.1118891).
- [19] P. B. Jensen, L. J. Jensen e S. Brunak, “Mining electronic health records: Towards better research applications and clinical care”, *Nature Reviews Genetics*, vol. 13, n° 6, p. 395, 2012.
- [20] K. Häyriinen, K. Saranto e 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, n° 5, pp. 291–304, 2008.
- [21] S. Sachdeva e S. Bhalla, “Semantic interoperability in standardized electronic health record databases”, *Journal of Data and Information Quality (JDIQ)*, vol. 3, n° 1, p. 1, 2012.
- [22] D. Kalra, “Electronic health record standards”, *Yearbook of medical informatics*, vol. 15, n° 01, pp. 136–144, 2006.
- [23] R. Marinho, J. Machado e A. Abelha, “Processo clínico electrónico visual”, *Processo Clínico Electrónico Visual*. Departamento de Informática-Universidade do Minho–Portugal jmac.abelha@di.uminho.pt, 2010.
- [24] K. Khoubati e M. Themistocleous, “Integrating the it infrastructures in healthcare organisations: A proposition of influential factors”, *The Electronic Journal of e-Government*, vol. 4, n° 1, pp. 27–36, 2006.

- [25] J. A. Maldonado, M. Robles e P. Crespo, "Integration of distributed healthcare records: Publishing legacy data as xml documents compliant with cen/tc251 env13606", em 16th IEEE Symposium Computer-Based Medical Systems, 2003. Proceedings., IEEE, 2003, pp. 213–218.
- [26] R. Rezaei, T. Chiew, S. Lee e Z. Shams Aliee, "Interoperability evaluation models: A systematic review", Computers in Industry, vol. 65, pp. 1–23, jan. de 2014. DOI: [10.1016/j.compind.2013.09.001](https://doi.org/10.1016/j.compind.2013.09.001).
- [27] F. Farinelli e M. B. Almeida, "Interoperabilidade semântica em sistemas de informação de saúde por meio de ontologias formais e informais: Um estudo da norma openehr", em Conferência Biredial Istec, 2014.
- [28] I. Olaronke, A. Soriyan, I. Gambo e J. Olaleke, "Interoperability in healthcare: Benefits, challenges and resolutions", International Journal of Innovation and Applied Studies, vol. 3, pp. 2028–9324, abr. de 2013.
- [29] R. Hammami, H. Bellaaj e Ahmed Hadj Kacem, "Interoperability of healthcare information systems", em The 2014 International Symposium on Networks, Computers and Communications, jun. de 2014, pp. 1–5. DOI: [10.1109/SNCC.2014.6866536](https://doi.org/10.1109/SNCC.2014.6866536).
- [30] H. Directors, "Interoperability definition and background", HIMSS, 2005.
- [31] L. F. d. S. Ribeiro, "Interoperabilidade nos sistemas de informação de saúde-das convicções à realidade", 2011.
- [32] L. Cardoso, F. Marins, F. Portela, M. Santos, A. Abelha e J. Machado, "The next generation of interoperability agents in healthcare", International journal of environmental research and public health, vol. 11, n° 5, pp. 5349–5371, 2014.
- [33] W. Wang, A. Tolk e W. Wang, "The levels of conceptual interoperability model: Applying systems engineering principles to m&s", ArXiv preprint arXiv:0908.0191, 2009.
- [34] A. Tolk, S. Y. Diallo e C. D. Turnitsa, "Applying the levels of conceptual interoperability model in support of integratability, interoperability, and composability for system-of-systems engineering", Journal of Systems, Cybernetics, and Informatics, vol. 5, n° 5, 2007.
- [35] M. Robkin, S. Weininger, B. Preciado e J. Goldman, "Levels of conceptual interoperability model for healthcare framework for safe medical device interoperability", em 2015 IEEE symposium on product compliance engineering (ISPCE), IEEE, 2015, pp. 1–8.
- [36] J. Walker, E. Pan, D. Johnston, J. Adler-Milstein, D. W. Bates e B. Middleton, "The value of health care information exchange and interoperability: There is a business case to be made for spending money on a fully standardized nationwide system.", Health affairs, vol. 24, n° Suppl1, W5–10, 2005.

- [37] M. Eichelberg, T. Aden, J. Riesmeier, A. Dogac e G. B. Laleci, “A survey and analysis of electronic healthcare record standards”, *Acm Computing Surveys (Csur)*, vol. 37, n° 4, pp. 277–315, 2005.
- [38] H. L. S. International, About hl7, <http://www.hl7.org/about/index.cfm?ref=nav>, [Online; acedido 30-Setembro-2019].
- [39] C. E. Kahn, J. A. Carrino, M. J. Flynn, D. J. Peck e S. C. Horii, “Dicom and radiology: Past, present, and future”, *Journal of the American College of Radiology*, vol. 4, n° 9, pp. 652–657, 2007.
- [40] D. K. Benn, W. D. Bidgood Jr e J. C. Pettigrew Jr, “An imaging standard for dentistry: Extension of the radiology dicom standard”, *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*, vol. 76, n° 3, pp. 262–265, 1993.
- [41] M. Miranda, J. Machado, A. Abelha e J. Neves, “Healthcare interoperability through a jade based multi-agent platform”, em *Intelligent Distributed Computing VI*, Springer, 2013, pp. 83–88.
- [42] J. Duarte, S. Castro, M. Santos, A. Abelha e J. Machado, “Improving quality of electronic health records with snomed”, *Procedia Technology*, vol. 16, pp. 1342–1350, 2014.
- [43] M. Cynthia McKinney, P. FHIMSS e R. Ray Hess, *Implementing business intelligence in your healthcare organization*. HIMSS Books, 2012.
- [44] T. A. Spil, R. A. Stegwee e C. J. Teitink, “Business intelligence in healthcare organizations”, em *Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*, IEEE, 2002, 9–pp.
- [45] J. Ferreira, M. Miranda, A. Abelha e J. Machado, “O processo etl em sistemas data warehouse”, em *INForum*, 2010, pp. 757–765.
- [46] S. H. A. El-Sappagh, A. M. A. Hendawi e A. H. El Bastawissy, “A proposed model for data warehouse etl processes”, *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, vol. 23, n° 2, pp. 91–104, 2011.
- [47] T. international Health Terminology Standards Development Organization, *Snomed ct user guide*, <http://www.brainstrom.org/wp-content/uploads/2013/05/snomed-ct.pdf>, [Online; acedido 5-Outubro-2019], jan. de 2013.
- [48] L. W.-C. Chan, Y. Liu, C.-R. Shyu e I. F. Benzie, “A snomed supported ontological vector model for subclinical disorder detection using ehr similarity”, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 24, n° 8, pp. 1398–1409, 2011.

- [49] S. International, Members, <https://www.snomed.org/our-customers/members>, [Online; acessado 5-Outubro-2019].
- [50] S. A. Matney, J. J. Warren, J. L. Evans, T. Y. Kim, A. Coenen e V. A. Auld, "Development of the nursing problem list subset of snomed ct®", *Journal of biomedical informatics*, vol. 45, n° 4, pp. 683–688, 2012.
- [51] S. International, 5-step briefing, <http://www.snomed.org/snomed-ct/five-step-briefing>, [Online; acessado 6-Outubro-2019].
- [52] S. Schulz, B. Suntisrivaraporn, F. Baader e M. Boeker, "Snomed reaching its adolescence: Ontologists' and logicians' health check", *International journal of medical informatics*, vol. 78, S86–S94, 2009.
- [53] S. Yu, D. Berry e J. Bisbal, "Clinical coverage of an archetype repository over snomed-ct", *Journal of biomedical informatics*, vol. 45, n° 3, pp. 408–418, 2012.
- [54] M. A. ANDERY, A. P. Abib et al., "Para compreender a ciência: Uma perspectiva histórica. 9ª edição", Rio de Janeiro: Espaço e Tempo,
- [55] V. Vaishnavi, W. Kuechler e S. Petter, Design science research in information systems, <http://desrist.org/desrist/content/design-science-research-in-information-systems.pdf>, [Online; acessado 23-Setembro-2019].
- [56] A. Opoku, V. Ahmed e J. Akotia, "Choosing an appropriate research methodology and method", em. mar. de 2016, pp. 32–49, ISBN: 1317534247.
- [57] M. Tremblay, A. Hevner e D. Berndt, "Communications of the association for information systems focus groups for artifact refinement and evaluation in design research", *Communications of the Association for Information Systems*, vol. 26, p. 83, jan. de 2010. DOI: [10.17705/1CAIS.02627](https://doi.org/10.17705/1CAIS.02627).
- [58] N. J. Manson, "Is operations research really research?", *Orion*, vol. 22, n° 2, pp. 155–180, 2006.
- [59] R. H. Von Alan, S. T. March, J. Park e S. Ram, "Design science in information systems research", *MIS quarterly*, vol. 28, n° 1, pp. 75–105, 2004.
- [60] ORACLE, Database concepts, <https://docs.oracle.com/en/database/oracle/oracle-database/19/cncpt/introduction-to-oracle-database.html#GUID-A42A6EF0-20F8-4F4B-AFF7-09C100AE581E>, [Online; acessado 10-Outubro-2019].
- [61] S. International, Snomed ct browser, <https://browser.ihtsdotools.org/>, [Online; acessado 20-Outubro-2019].

Bibliografia

- [62] J. R. Campbell, "Semantic features of an enterprise interface terminology for snomed rt", Studies in health technology and informatics, n° 1, pp. 82–85, 2001.
- [63] S. C. O. Castro, "Normas, nomenclaturas e uniformização do registo clínico", tese de doutoramento, 2013.
- [64] C. SNOMED, "Release file specifications", IHTSDO. December, 2018.
- [65] IHTSDO, "Snomed ct technical implementation guide", 2015.