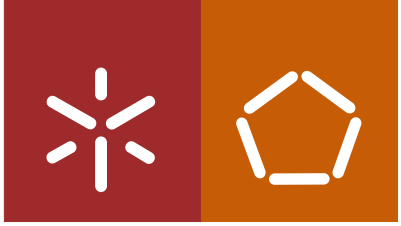
Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Luís Pedro Peixoto Torres

Plataforma de Suporte à Decisão Médica para Transplante de Órgãos Baseada em *Business Intelligence*

outubro de 2015

Plataforma de Suporte à Decisão Médica para Transplante de Órgãos Baseada em *Business Intelligence*
Luís Pedro Peixoto Torres
UMinho | 2015



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Luís Pedro Peixoto Torres

Plataforma de Suporte à Decisão Médica para Transplante de Órgãos Baseada em *Business Intelligence*

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

outubro de 2015

Declaração

Nome: Luís Pedro Peixoto Torres

Endereço eletrónico: luistorres1792@gmail.com

Cartão de Cidadão: 13857920

Título da Dissertação: Plataforma de Suporte à Decisão Médica para Transplante de Órgãos Baseada em *Business Intelligence*

Orientador: Professor Doutor António Carlos da Silva Abelha

Ano de conclusão: 2015

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica
Ramo: Informática Médica

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

Universidade do Minho, __ / __ / __

Assinatura: _____

Agradecimentos

Gostaria de agradecer em primeiro lugar ao meu orientador, Professor Doutor António Abelha, pela disponibilidade, incentivo e apoio prestado durante a realização desta dissertação, e por me ter possibilitado a participação num projeto tão gratificante como este foi.

Gostaria igualmente de agradecer ao Professor Doutor José Machado pelos conselhos, explicações e oportunidades ao longo deste último ano, que esteve sempre disponível para ajudar.

Quero também prestar um agradecimento Professor Doutor Carlos Filipe Portela, por todas as recomendações e conselhos, e ainda ao Mestre Fernando Marins, por toda a ajuda na fase inicial deste projeto, que se veio a revelar bastante importante no panorama geral.

Agradeço também ao Centro Hospitalar do Porto, mais especificamente ao Departamento de Sistemas de Informação do Hospital Santo António, pela oportunidade de desenvolver um sistema deste tipo em contexto real, num dos hospitais mais prestigiados do país, e também pelos momentos de boa disposição proporcionados.

Aos meus amigos, aos que conheci neste percurso académico e aos que me acompanham desde sempre, um agradecimento especial, pois com todos eles aprendi algo novo. Obrigado pela motivação, apoio e ajuda ao longo desta longa jornada.

Finalmente, um agradecimento muito especial à minha família, aos meus pais e ao meu irmão, obrigado por todo o apoio, compreensão, disponibilidade e motivação, pois sem eles nada disto seria possível.

Resumo

A transplantação é uma das melhores formas de tratamento para doenças associadas à falência de órgãos, sendo por vezes a última oportunidade para melhorar a qualidade de vida de doentes em estado terminal. Dada a longa lista de pacientes à espera de transplantes em Portugal, o principal objetivo desta dissertação passa pelo desenvolvimento de uma solução que permita aumentar o número total de possíveis dadores de órgãos.

Neste sentido, o projeto levado a cabo procura colmatar uma das falhas do sistema atual, que se trata de um sistema de identificação de possíveis dadores pouco eficiente. O desenvolvimento de uma solução capaz de identificar possíveis dadores em qualquer parte do hospital e em tempo útil, disponibilizando todas as informações necessárias às equipas responsáveis pelo processo de doação, tornou-se então prioritário.

Assim, é criada a plataforma *Organite*, uma plataforma de suporte ao processo de transplantação, baseada em tecnologias de *Business Intelligence* (BI) e suportada pela Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica e Clínica (AIDA), que permite recolher (de vários Sistema de Informação Hospitalar (SIH)) e disponibilizar informações relativas a pacientes e diagnósticos passíveis de resultarem em óbito, sendo ainda capaz de fazer o acompanhamento de doentes em tempo real.

Esta solução encontra-se atualmente implementada e em fase de testes no Centro Hospitalar do Porto (CHP), apresentando para já um funcionamento consistente e eficiente, correspondendo a todas a funcionalidades inicialmente idealizadas. Em termos de impacto no processo de transplantação, só com análises mais prolongadas será possível avaliar a sua utilidade.

Abstract

The transplantation process is one of the best treatments to diseases related to organ failure, being sometimes the last chance to improve patient's health when those are in a terminal state. Looking at the extensive list of patients awaiting for a transplant in Portugal, the main goal of this work is to develop a solution that results in an increase of the number of the possible organ donors.

In this sense, the project developed targets one of the biggest flaws in the current system of organ donation, that is an inefficient process of identification of possible organ donors. Hereby, it was necessary to develop a system capable of identify possible donors in time and in any part of the hospital. This system should also provide all the information needed to the transplants team.

According to this, it was developed the *Organite* platform, a system to support the transplantation process, based on BI technologies and supported by AIDA. This solution is capable of gather and display information from other hospital information systems about patients and diagnosis, whose probability of death is high. By the other hand, it also allows real-time tracking of patients.

This solution is currently deployed at CHP, showing for now consistent and efficient behavior. Until now, all the demands were fulfilled, but it is not possible to evaluate the global impact on organ donation yet, due to the short time window in which it has been implemented.

Conteúdo

Acrónimos **xix**

1 Introdução **1**
1.1 Contextualização e Enquadramento 1
1.2 Motivação 3
1.3 Objetivos 4
1.4 Estrutura do Documento 5

2 Estado da Arte **7**
2.1 Sistemas de Informação Hospitalar 7
2.2 Interoperabilidade 10
2.2.1 Princípios da Interoperabilidade 11
2.2.2 Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica e Clínica 14
2.3 *Business Intelligence* 15
2.3.1 Características de um sistema BI 16
2.3.2 *Real Time Business Intelligence* 17
2.4 Sistemas de Apoio à Decisão Clínica 20

3 Materiais e Métodos **23**
3.1 Metodologia 23
3.2 Classificação Internacional de Doenças 25
3.3 Base de Dados 26
3.4 *Java* 27
3.5 *Django* 29

3.6 *Bootstrap* . . . 31
3.7 *NVD3* . . . 31

4 Plataforma de Suporte ao Transplante de Órgãos **33**
4.1 Descrição . . . 33
4.2 Arquitetura . . . 35
4.3 Fontes de Dados . . . 37
4.3.1 SClínico . . . 39
4.3.2 Sistema de Urgências . . . 39
4.3.3 Processo Clínico Eletrónico (PCE) . . . 41
4.4 Bases de Dados . . . 45
4.4.1 Tabelas de Suporte à aplicação *Java* . . . 45
4.4.2 Repositório . . . 48
4.4.3 Tabelas de Suporte à aplicação *web* . . . 50
4.5 Aplicação *Java* . . . 50
4.6 Aplicação *web* . . . 53
4.6.1 Área de Utilizador . . . 54
4.6.2 Área Administrativa . . . 60

5 Prova de Conceito **65**
5.1 Implementação e Performance . . . 65
5.2 Análise SWOT . . . 66
5.3 Estudo de Usabilidade . . . 71

6 Conclusões **77**
6.1 Contributos . . . 77
6.2 Trabalho Futuro . . . 79

Bibliografia **86**

Apêndices **86**

A Diagnósticos **87**

B *Dashboards* **89**

C Publicações **95**

C.1 Prediction of organ donation after irreversible brain damage . 95

C.2 Predicting Triage Waiting Time in Maternity Emergency Care by means of Data Mining 97

D Glossário **99**

Lista de Figuras

2.1 Modelo *Levels of Conceptual Interoperability Model* (LCIM) . 13

4.1 Arquitetura da plataforma *Organite* 37
4.2 Esquema de dados no Sistema de Urgências 40
4.3 Esquema de fonte de diagnósticos no sistema PCE 41
4.4 Esquema de obtenção de dados complementares do sistema PCE 42
4.5 Esquema de dados e processo de procura de pacientes internados 44
4.6 Esquema do processo de pesquisa de óbitos diretamente 44
4.7 Esquema de processo de pesquisa de altas médicas 45
4.8 Arquitetura e esquema de funcionamento da aplicação *Java* . 53
4.9 Página inicial da aplicação *web* 55
4.10 Página inicial da aplicação *web* em versão para dispositivos móveis 56
4.11 Página de início de sessão na área de utilizador 56
4.12 Formulário de registo de novo utilizador 57
4.13 *Dasboard* radial com total de entradas, por módulo, especialidade e código CID9 58
4.14 Lista de pacientes identificados como possíveis dadores de órgãos 59
4.15 Exemplo de página detalhada para paciente que se encontra internado 60
4.16 Exemplo de página detalhada para paciente que faleceu 61
4.17 Página inicial da área administrativa 61
4.18 Página gestão de utilizadores 62
4.19 Página de gestão da base de conhecimento da plataforma . . . 63

5.1 Matriz SWOT 68

B.1 *Dashboard* contador de entradas nas últimas 24 horas 89
B.2 *Dashboard* relativo a entradas por módulo na última semana . 89
B.3 Tabela resumo com total de entradas por especialidade (versão para dispositivos móveis) 90
B.4 *Dashboard* com distribuição total relativa de entradas por especialidade 91
B.5 *Dashboard* com distribuição mensal de entradas por módulo, ao longo do último ano (vista empilhada) 92
B.6 *Dashboard* com distribuição mensal de entradas por módulo, ao longo do último ano (vista fluxo) 92
B.7 *Dashboard* com distribuição mensal de entradas por módulo, ao longo do último ano (vista relativa) 93

Lista de Tabelas

2.1 Principais diferenças entre *Operational Data Store* (ODS) e *Data Warehouse* (DW) 19

4.1 Correspondência de colunas entre a tabela *Sys_Diagnosticos_Doente* do SClínico e a tabela *Repository* da plataforma 39
4.2 Excerto da tabela *Organite_Connections* com dados relativos ao sistema SClínico. 47
4.3 Excerto da tabela *Organite_Diag* contendo dados relativos a um diagnóstico. 48

A.1 Excerto da tabela *Organite_Diag* contendo os códigos Classificação Internacional de Doenças, 9ª revisão (CID9) e expressões regulares utilizados pela plataforma para identificar possíveis dadores de órgãos. 88

Acrónimos

3NF *Third Normal Form*. 19

ADT *Admission-discharge-transfer*. 8
AG Algoritmos Genéticos. 22
AIDA Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica e Clínica. v, vii, ix, 2, 7, 9, 14, 15, 24, 28, 34–36, 40, 42, 52, 66
API *Application Programming Interface*. 28

BI *Business Intelligence*. v, vii, ix, 1, 2, 4–7, 15–18, 32, 79

CHP Centro Hospitalar do Porto. v, vii, 2–5, 7, 9, 14, 24–27, 29, 31, 34, 35, 37, 48, 61, 65, 66, 69, 78
CID9 Classificação Internacional de Doenças, 9ª revisão. xv, 24, 26, 38, 40, 47–49, 51, 56–58, 88
CID9-MC Classificação Internacional de Doenças, 9ª revisão, Modificação Clínica. 26
CNT Coordenação Nacional da Transplantação. 3
CSS *Cascading Style Sheets*. 31

D3 Data-Driven Documents. 31, 32
DICOM *Digital Imaging and Communications in Medicine*. 11
DIS *Department Information System*. 15
DOM Modelo de Objeto de Documentos. 32
DW *Data Warehouse*. xv, 15, 17–19, 35, 49, 79

ETL *Extract, Transform and Load*. 5, 15, 17, 24, 51

GCCT Gabinete Coordenador de Colheita e Transplantação. 3, 4, 78

HIMSS *Health Information and Management Systems Society*. 10
HL7 *Health Level Seven*. 10
HTML *HyperText Markup Language*. 31

IA Inteligência Artificial. 21
ICD *International Classification of Diseases*. 25
ICU Informação Clínica do Utente. 14
IDE *Integrated Development Environment*. 27, 29, 31
IEEE *Institute of Electrical and Eletronics Engineers*. 10
IEETA Instituto de Engenharia Eletrónica e Telemática de Aveiro. 14
IHC Interação Humano-Computador. 71
IPST Instituto Português do Sangue e da Transplantação. 3

JDBC *Java Database Connectivity*. 28, 45
JS *JavaScript*. 25, 31, 32

LCIM *Levels of Conceptual Interoperability Model*. xiii, 12, 13
LIS *Laboratory Information System*. 9, 15

MCDT Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica. 15
MVC *model-view-controller*. 29, 30
MVT *model-view-template*. 29, 30

ODS *Operational Data Store*. xv, 18, 19, 35, 48, 79
OLAP *Online Analytical Processing*. 15–17
OLTP *Online Transaction Processing*. 19

PACS *Picture Archive and Communicaton System*. 9, 11
PCE Processo Clínico Eletrónico. x, xiii, 9, 11, 15, 24, 25, 35–38, 40–42, 52, 59
PEM Prescrição Eletrónica Médica. 8, 9
PoC *Proof of Concept*. 65

RIS *Radiology Information System*. 9, 15
RNA Redes Neuronais Artificias. 21, 22
RTS Rede Telemática da Saúde. 14

SAD *Sistema de Apoio à Decisão*. 2, 20
SADC *Sistema de Apoio à Decisão Clínica*. 2, 6, 7, 20, 21, 24, 46, 51
SAM Sistema de Apoio Médico. 9, 38
SAPE Sistema de Apoio à Prática de Enfermagem. 9, 38
SBIM Serviço de Bioestatística e Informática Médica. 14
SGBD Sistemas de Gestão de Base de Dados. 26, 27
SI Sistema de Informação. 10–13, 15, 35
SIH Sistema de Informação Hospitalar. v, 1, 2, 5, 7, 8, 10, 14, 24, 26, 29, 33–35, 38–41, 45, 49, 51, 69, 78
SMA Sistema Multi-Agente. 2, 14
SNOMED-CT *Systemized Nomenclature of Medicine-Clinical Terminology*. 10
SOA *Service-Oriented Architectures*. 14
SOAP *Simple Object Access Protocol*. 28, 52
SONHO Sistema de Gestão de Doentes Hospitalares. 8, 15
SQL *Structured Query Language*. 24, 27, 29, 46, 50, 62
SVG *Scalable Vector Graphics*. 32
SWOT *Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats*. 5, 6, 65–68, 78

TI Tecnologias de Informação. 1, 7, 8, 20, 65

VDW Virtual Data Warehouse. 18, 31, 49

XML *eXtensible Markup Language*. 28, 41

Capítulo 1

Introdução

A presente dissertação, desenvolvida ao longo do segundo semestre, do quinto ano do Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica - ramo de Informática Médica - descreve todo o processo de desenvolvimento e implementação da primeira fase de uma plataforma de suporte à decisão médica para transplante de órgãos, baseada em *Business Intelligence* (BI).

Assim sendo, neste primeiro capítulo são feitos a contextualização e o enquadramento do projeto, apresentam-se as principais motivações para a sua realização e identificam-se os objetivos a atingir. É ainda descrita a estrutura do documento, por forma a facilitar a sua compreensão.

1.1 Contextualização e Enquadramento

As Tecnologias de Informação (TI) têm atualmente um papel preponderante na forma como as organizações adequam as suas estratégias de trabalho, de forma a responderem às necessidades de ambientes altamente competitivos, essencialmente através da otimização de processos. Num segmento mais específico - o da saúde - foram então surgindo os chamados Sistemas de Informação Hospitalar (SIHs) associados às áreas diversas áreas hospitalares, tais como: emergência, enfermagem, administração, imagem, entre outras. Estes sistemas altamente especializados estão dotados de mecanismos que permitem não só o armazenamento, gestão e consulta de informação volumosa e

complexa, garantindo ao mesmo tempo a sua confidencialidade, recomendações e apoio à decisão médica. Através destes, tem sido possível otimizar a prestação dos cuidados de saúde não só a nível clínico, mas também económico. [1]

Por outro lado, a crescente diversidade e especificidade dos SIHs torna-se num desafio para as organizações. No plano geral, o resultado é um conjunto de sistemas complexos, distribuídos, heterogéneos e obíquos, que em consequência de serem desenvolvidos para fins diferentes, por entidades distintas, não comunicam entre si ou fazem-no de uma forma muito limitada. Quando isolados, este tipo de sistemas perdem grande parte do seu potencial, sendo o seu impacto no ambiente hospitalar bastante reduzido, pois apenas são úteis em funções específicas e limitadas.

Como forma de ultrapassar estas limitações, e tendo em conta fatores como escalabilidade, flexibilidade, portabilidade e segurança (devido à sensibilidade da informação em questão), devem ser criados processos de agregação e consolidação de informação proveniente das várias fontes - a chamada integração. Para tal, será necessário primeiro assegurar a interoperação entre os SIHs, ou seja, garantir que os estes são capazes de comunicar de forma cooperativa e contínua, partilhando informação quando necessário.

Entre as várias soluções desenvolvidas com o intuito de tornar os SIHs interoperáveis e integrar as informações deles resultantes, encontra-se a Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica e Clínica (AIDA), uma plataforma baseada em Sistemas Multi-Agente (SMAs), instalada em vários hospitais portugueses, nomeadamente no Centro Hospitalar do Porto (CHP). Através de agentes inteligentes - aplicações eletrónicas com comportamento pró-ativo - a AIDA é capaz de assegurar a comunicação, o arquivo, a gestão e a partilha de informação entre os vários subsistemas hospitalares. [2–4]

Tirando partido das potencialidades da AIDA, é possível construir Sistemas de Apoio à Decisão Clínica (SADCs) complexos, baseados em técnicas de BI com informação proveniente dos mais diversos SIHs. Um SADC é um tipo especial de *Sistema de Apoio à Decisão* (SAD), que consiste num sistema informático que suporta os processos de tomada decisão por parte

dos profissionais de saúde. Desta forma, é possível elevar a qualidade da instituição, e consequentemente o serviço prestado aos seus utentes. [5–7]

1.2 Motivação

Ao longo dos últimos anos, os avanços nas terapias médicas associados a um aumento da perícia técnica, têm contribuído decisivamente para o sucesso do processo de transplantação, que se apresenta como um tratamento altamente eficaz para doentes em estado terminal de falência de um órgão. Para além de uma melhoria significativa na qualidade de vida, este processo é vantajoso também em termos de custos, uma vez que o tratamento deste tipo de pacientes é bastante dispendioso e, em casos terminais, por tempo indefinido. [8–10]

Em Portugal existem cinco Gabinetes Coordenadores de Colheita e Transplantação (GCCTs), em que cada um deles é responsável por um conjunto de hospitais de sua região. Estes, por sua vez, estão conectados através da Coordenação Nacional da Transplantação (CNT) (que pertence ao Instituto Português do Sangue e da Transplantação (IPST)), sendo que cada um gere todo o processo de colheita e transplantação do seu conjunto de hospitais. O GCCT sediado no CHP, abrange cinco hospitais da região norte.

De acordo com os dados publicados pelo IPST, em 2014 houve menos 6 dadores do que em 2013 (289-295), o que se traduziu numa recolha de menos 30 órgãos. No total, 81 doentes morreram em lista de espera para transplante (menos quatro do que em 2013) e o ano fechou com uma lista de espera de cerca de 2196 pacientes, um ligeiro aumento face aos 2153 verificados em 2013. Os dados mais recentes indicam que até Julho de 2015 foram já registados 185 dadores, o que em termos parciais é o melhor registo de sempre, em grande parte devido ao aumento do número de dadores cadáver, 22 % dos quais com causa de morte traumática. [11–13]

Apesar das ligeiras melhorias, é evidente a escassez de matéria-prima no que diz respeito a doações, pelo que se torna imperativo desenvolver estratégias para aumentar o número de dadores, não só pelo que a transplantação assegura em termos de qualidade de vida, mas também de redução custos. A

principal forma de aumentar o número de possíveis dadores passa pela identificação atempada de pacientes em morte cerebral ou assistolia, o que dada natureza de todo processo, torna o fator tempo crítico. Assim, algumas das melhores práticas assentam em antecipar vários cenários, por forma a que o processo de referência/deteção da ocorrência de óbitos seja o mais célere possível. Para além disso, através da recolha e utilização de dados de situações anteriores é possível promover melhores processos de decisão. [14, 15]

No CHP, sempre que ocorre um óbito, o GCCT deveria ser informado imediatamente, mas na realidade muitas ocorrências não são referenciadas e possíveis dadores são descartados. De acordo com o GCCT do CHP, neste hospital ocorreram 2573 óbitos em 2013 (dados obtidos do Serviço de Informação de Gestão do CHP), no entanto apenas 771 ocorrências foram notificadas, sendo que algumas delas foram tardias. Isto significa uma taxa de referenciação de cerca de 30%. Além disso, estima-se que para além destas ocorrências de óbito, outros 10-15% ocorrem nas urgências, onde o GCCT não é capaz de registar essas ocorrências, porque nestes casos o paciente não é admitido no sistema de informação administrativo do hospital.

Utilizando o CHP como base, a presente dissertação procura desenvolver um protótipo de plataforma de suporte ao processo de transplantação, cujo objetivo é aumentar o número de possíveis dadores de órgãos. Para tal, a solução desenvolvida passa por tentar colmatar uma das principais falhas no sistema atual, que se trata do processo de identificação/deteção de óbitos (possíveis dadores).

1.3 Objetivos

Como já referido, o resultado final desta dissertação deverá ser uma plataforma de suporte à doação de órgãos, baseada em BI, com o intuito de aumentar o número de possíveis dadores e a eficiência de todo processo. Devido à extensão que um projeto desta envergadura pode englobar em termos gerais, foi necessário definir objetivos mais específicos para a sua implementação numa primeira fase, sendo eles:

1. Criar um repositório de possíveis dadores de órgãos, o que pressupõe:
    - Definição dos métodos a utilizar para identificação de dadores;
    - Identificação e estudo dos SIH presentes no CHP, de forma a garantir a sua interoperabilidade;
    - Desenvolvimento de procedimentos automatizados de deteção, extração e armazenamento de informação - *Extract, Transform and Load* (ETL).
2. Construir uma interface *web*, o que engloba:
    - Desenvolvimento de Interface de utilizador intuitiva para visualização e acompanhamento em tempo real de possíveis dadores;
    - Construção de área administrativa da plataforma, para gestão e configuração de: utilizadores, fontes de dados, métodos de identificação e extração, entradas no repositório;
    - Disponibilização de ferramentas de BI para análise e exploração dos dados recolhidos.
3. Testar e implementar a plataforma em ambiente real:
    - Avaliação à performance geral;
    - Análise *Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats* (SWOT);
    - Análise de usabilidade.

1.4 Estrutura do Documento

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

- **Capítulo 2 - Estado da Arte** - Neste capítulo são apresentados os conceitos teóricos importantes para a realização do trabalho desenvolvido. Para tal, existe uma primeira abordagem genérica aos SIH,

seguindo-se a apresentação do conceito de interoperabilidade. É posteriormente apresentado o conceito de BI, com realce para os desafios da implementação desta tecnologia em tempo real. Para finalizar, é apresentado o conceito de SADC.

- **Capítulo 3 - Materiais e Métodos** - Este capítulo apresenta as tecnologias e metodologias utilizadas no desenvolvimento da solução proposta. Aqui são explorados e apresentados os aspetos de interesse relacionados com as bases de dados utilizadas, a linguagem *Java*, as *frameworks* *Django* e *Bootstrap*, e a biblioteca *NVD3*, que serviram como base para a sua utilização no sistema desenvolvido.

- **Capítulo 4 - Plataforma de Suporte ao Transplante de Órgãos** - Neste capítulo é feita uma apresentação geral da plataforma desenvolvida, em termos de arquitetura e funcionalidades, sendo numa fase posterior apresentado cada um destes componentes individualmente, as suas características e modo de funcionamento.

- **Capítulo 5 - Prova de Conceito** - De forma a avaliar o protótipo de plataforma desenvolvido, neste capítulo realiza-se uma prova de conceito através de uma análise ao desempenho e implementação em contexto real, de uma análise SWOT e de um estudo de usabilidade, sendo as principais conclusões discutidas.

- **Capítulo 6 - Conclusões** - Neste capítulo realiza-se um balanço final do trabalho desenvolvido, sendo apresentadas as principais contribuições do projeto desenvolvido, e enunciadas perspetivas de trabalho futuro.

Capítulo 2

Estado da Arte

Neste capítulo são apresentados os conceitos teóricos utilizados como ponto de partida para o desenvolvimento do projeto desta dissertação. Inicialmente, procura-se identificar os principais SIH utilizados em Portugal, com especial enfoque no CHP, onde é desenvolvido todo o processo. De seguida, é explorado o conceito de interoperabilidade e as suas implicações, sendo também apresentada de forma geral a plataforma AIDA. Segue-se a apresentação do conceito de BI, as suas fases, componentes e abordagens, e por fim, é revisto o conceito de SADC e a algumas das suas aplicações.

2.1 Sistemas de Informação Hospitalar

As TI associadas às ciências de informação médica, permitem o desenvolvimento de ferramentas analíticas e procedimentos de gestão, controlo, apoio à decisão e análise científica do conhecimento médico, o que resulta nos chamados SIH. Dada a natureza do processo clínico, é fácil de compreender que a correta manipulação de informação é um requisito primordial, pois ter a informação mais atualizada, disponível no momento exato, pode ter um grande impacto na redução de erros (medicação e diagnóstico) e custos, qualidade e eficiência de todo processo. [1]

Atualmente estas tecnologias estão completamente integradas nos sistemas de saúde, pelo que são raras as instituições que não abandonaram ainda

o sistema de documentação baseado em papel. Deste facto, advêm novos desafios, pois, se as vantagens dos SIH são claras, o processo de adaptação das TI à área da saúde nem sempre é fácil, uma vez que este tipo de sistemas apresenta várias particularidades, tais como um grande volume de dados, a fragmentação da informação pelos vários subsistemas hospitalares, um grande número de transações no sistema, dados em vários tipos e formas e necessidade de constante atualização conforme as práticas/recomendações clínicas mais recentes. Este facto é consequência do processo de desenvolvimento natural ao longo dos anos, uma vez que muitos destes sistemas assentam em várias tecnologias, desenvolvidas em linguagens diferentes, para apoiar necessidades particulares de setores específicos, tendo agora que coexistir com uma infinidade de outros sistemas heterogéneos e distribuídos. [16, 17]

Assim sendo, o SIH ideal deverá ser definido com um sistema capaz de recolher, processar e comunicar dados, informação e conhecimento em tempo útil, fazendo uso dos sistemas já existentes. Este tipo de informação pode depois ser utilizado em processos de suporte à decisão, implementação de novas políticas, programas de saúde, educação, investigação e até práticas médicas da instituição. Por outro lado, o SIH deverá também permitir manter e administrar o registo clínico de cada paciente, permitindo a extração de indicadores clínicos ou de gestão, como forma de melhorar os processos de decisão, planeamento e logística de todos os serviços. [4, 18]

Em Portugal, alguns exemplos de SIH utilizados são [3, 17, 19–21]:

- **Sistema de Gestão de Doentes Hospitalares (SONHO)** - Surgindo no final da década de 80, é responsável por representar, gerir, e arquivar informação administrativa durante o decorrer de um episódio. É na sua essência um sistema *Admission-discharge-transfer* (ADT), funcionando como base para a referência de episódios nas instituições de saúde. Os seus principais identificadores são o número de processo e número sequencial;

- **Prescrição Eletrónica Médica (PEM)** - Introduzido em 2012, tem por objetivo a prescrição de medicamentos por via eletrónica, sustentada por normas de orientação clínica. Desta forma, é possível atingir

um processo mais eficiente e seguro, através da desmaterialização dos procedimentos associados a prescrição-dispensa-faturação-conferência;

- **SClínico** - Introduzido nos finais de 2013, este *software* compreende os antigos Sistema de Apoio Médico (SAM) e Sistema de Apoio à Prática de Enfermagem (SAPE), existindo assim uma única aplicação comum a todos os prestadores de cuidados de saúde. Para além das funções como a representação, gestão e arquivo de informação médica e sobre as práticas de enfermagem durante todo o episódio (herdadas dos antigos *softwares*), a nova aplicação possui um conjunto de novas funcionalidades e integrações, como por exemplo a integração com o PEM;
- ***Radiology Information System* (RIS)** - Responsável pela aquisição e análise de imagens médicas, deixando o armazenamento destas ao cargo do *Picture Archive and Communicaton System* (PACS);
- ***Laboratory Information System* (LIS)** - Associado às análises clínicas;
- **Sistema de Gestão de Recursos Humanos** - Para gestão dos profissionais de saúde, por forma a otimizar o seu rendimento;
- **Sistema de Anatomia Patológica** - Relacionado com biopsias, exames peroperatórios e autópsias;
- **Sistema de Gestão de Inventário** - Responsável pela logística de matérias-primas, produtos e manutenção;
- **Sistema de Urgências** - Sistema dedicado a registo, gestão e arquivo de episódios que ocorrem na área das urgências;
- **Processo Clínico Eletrónico (PCE)** - corresponde a um repositório eletrónico de informação relativa a um determinado paciente. A informação encontra-se assim armazenada de uma forma segura, organizada e acessível a vários utilizadores sempre que necessário. No CHP, o sistema responsável pela recolha, consolidação e disponibilização destes dados é a AIDA.

2.2 Interoperabilidade

Face aos desafios e potencialidades previamente enumerados, e dada a diversidade de SIH existentes, torna-se clara a necessidade de interoperabilidade neste meio. Segundo a *Institute of Electrical and Eletronics Engineers* (IEEE), interoperabilidade pode ser vista, em termos gerais, como a capacidade de um sistema interagir/funcionar com outros sistemas, sem que para isso seja requerido um esforço adicional por parte do utilizador. Tal deverá ser conseguido, através da adoção de normas. [22]

Já a *Health Information and Management Systems Society* (HIMSS) define interoperabilidade na área da saúde como sendo a capacidade de diferentes Sistemas de Informação (SIs) e aplicações comunicarem entre si, trocando dados e convertendo-os em informação útil. Através do uso de normas, a informação será transmitida até laboratórios, hospitais, clínicas, farmácias e paciente, independentemente do paciente ou aplicação onde esta tenha sido originada. Desta forma, os SIH são capazes de interações intra e inter-institucionais, providenciando melhores cuidados de saúde a indivíduos e comunidades. [23]

Quer em termos gerais, quer no âmbito da saúde, depreende-se então que a base da interoperabilidade está na capacidade de comunicar informação de uma forma normalizada, evitando assim erros de interpretação ou diferentes estruturas. Em ambiente hospitalar, estes são geralmente categorizados segundo o seu desígnio em normas para: comunicação, representação de informação clínica e imagem. Alguns exemplos são [24, 25]:

- *Health Level Seven* (HL7) - Consiste numa norma para comunicação entre aplicações heterogéneas em ambiente hospitalar. A sua versão mais atual (versão 3), define que a informação deve ser trocada sobre a forma de mensagens com uma sintaxe e conteúdo pré-definido, através da definição de um modelo que estabeleça cada definição e assegure que estas são usadas de forma consistente. Assim, procura-se atingir a chamada interoperabilidade semântica. [26]

- *Systemized Nomenclature of Medicine-Clinical Terminology* (SNOMED-

CT) - Trata-se de um conjunto de normas para representação de informação clínica e respetiva terminologia. O seu objetivo passa por melhorar a qualidade dos cuidados de saúde através de uma representação concisa e eficiente de toda a informação clínica, de forma a tanto poder ser usada por profissionais de saúde, como administradores ou investigadores. Definindo uma terminologia, é possível obter uma melhor organização dos termos médicos, o que facilita a sua integração no PCE. Adicionalmente, o armazenamento da informação de forma uniforme traz vantagens de processamento e possibilita análises de dados automáticas. [27]

- *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM) - Diz respeito à norma mais utilizada para lidar com imagens digitais na área médica, definindo estruturas e serviços de dados para que seja possível a troca destas (e/ou informação relacionada) entre quaisquer modalidades. A norma DICOM utiliza codificação binária, associada a listas hierárquicas de elementos com identificações numéricas, e uma rede bem definida por protocolos complexos. Desta forma, o armazenamento de imagens em PACS é facilitado, assim como a disponibilidade destas em qualquer terminal associado à mesma rede. [28]

2.2.1 Princípios da Interoperabilidade

De forma a melhor compreender as implicações e a forma como os SI devem transmitir informação entre si, têm surgido, ao longo dos anos, várias subdivisões dentro do conceito de interoperabilidade. Segundo recentes revisões de literatura, a interoperabilidade pode acontecer a nível [29]:

- **Técnico** - Tipicamente está associada com componentes *hardware*/*software*, sistemas ou plataformas que permitem comunicação máquina-máquina onde a informação pode ser trocada de forma direta e satisfatória, uma vez que não há preocupação relativamente ao significado do conteúdo transmitido.

- **Sintático** - Refere-se a trocas de dados em formatos bem definidos,

isto é, sintaxes pré-definidas em protocolos conhecidos. Neste tipo de troca de dados apenas é garantida a sua estrutura, não sendo garantido que o significado seja o mesmo para ambas as partes.

- **Semântico** - Define-se como a capacidade de utilizar a informação de acordo com uma semântica pré-acordada. De uma forma geral, este tipo de interoperabilidade refere-se mais à definição de conteúdo em termos de interpretação humana, ou seja, procura-se assegurar que a informação não é ambígua entre utilizadores.

- **Organizacional** - Trata-se da capacidade de uma organização comunicar, efetivamente, informação útil, independentemente da variedade de SI, com diferentes infraestruturas e em diferentes zonas geográficas.

Por outro lado, existem também múltiplos modelos que podem ser usados para classificar os SIs quanto ao nível de interoperabilidade por estes apresentado. De entre os mais completos e utilizados, encontra-se o modelo *Levels of Conceptual Interoperability Model* (LCIM), baseado em níveis de abstração dos dados partilhados, implementações tecnológicas e objetivos. A figura 2.1, representa os 7 níveis de interoperabilidade propostos por este modelo.

Como se pode verificar na 2.1, com o incremento do nível, dá-se também um aumento na capacidade de interoperação, sendo que todos os níveis englobam os níveis adjacentes a si próprios. Genericamente, as características de cada nível podem ser descritas da seguinte forma [30]:

- **Nível 0** - Sistemas independentes com interoperabilidade inexistente;

- **Nível 1** - Através da definição de protocolos de comunicação entre os sistemas, é possível a troca de informações pela rede, sendo atingida a interoperabilidade técnica;

- **Nível 2** - É introduzido um protocolo que define a estrutura de dados comum a ser usada, definindo de forma clara o formato da informação trocada, a chamada interoperabilidade sintática;

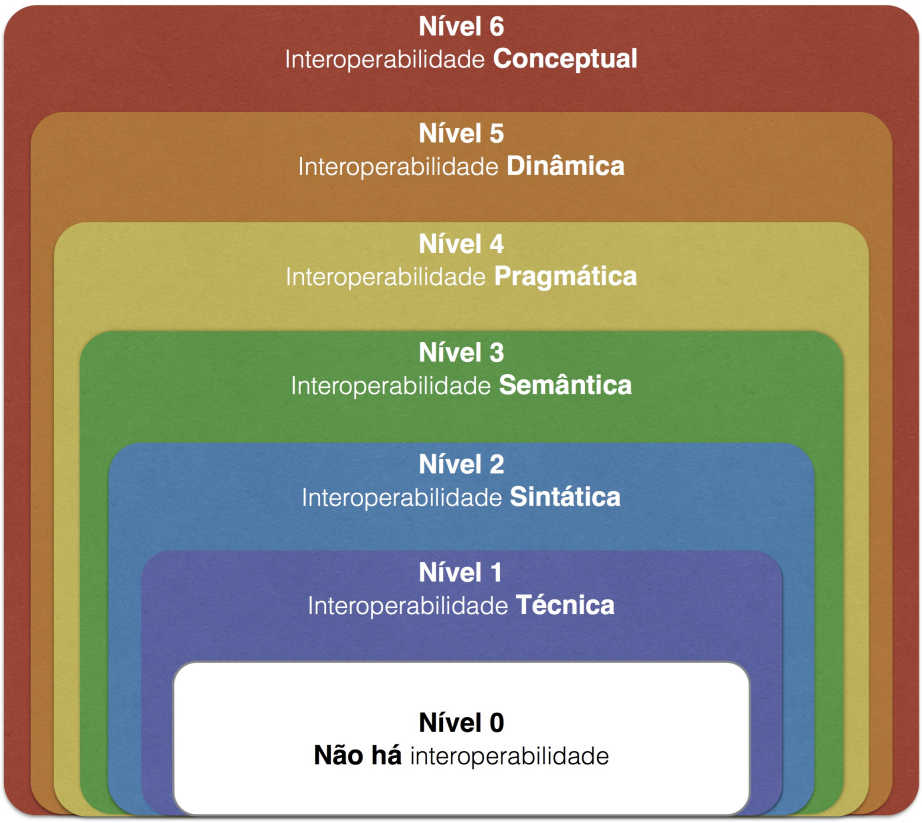


Figura 2.1: Modelo LCIM, adaptado de [30].

- **Nível 3** - A este nível são introduzidos modelos de troca de informação, de forma a que a informação transferida esteja completamente definida, não havendo ambiguidades - interoperabilidade semântica;

- **Nível 4** - A interoperabilidade pragmática é atingida quando os SIs intervenientes têm conhecimentos dos métodos e processos que cada um utiliza. Assim, o contexto em que a informação é trocada, é inequivocamente compreendido por todos os participantes;

- **Nível 5** - Quando os sistemas operam sob dados ao longo do tempo, eventualmente podem ocorrer mudanças de estado. Atingida a interoperabilidade dinâmica, os sistemas são capazes de identificar e compreender estas alterações de estado, podendo tirar proveito das mesmas. O efeito provocado pelas trocas de informação é claro para todos os SI

participantes.

- **Nível 6** - A interoperabilidade conceptual é atingida quando os sistemas refletem uma abstração das premissas e restrições da realidade onde se inserem. Para tal, é necessário documentar os modelos conceptuais e métodos utilizados, para facilitar a a sua compreensão futura. Alcançado este nível os sistemas intervenientes são modulares, podendo ser aplicados a realidades distintas, com premissas e restrições completamente diferentes.

2.2.2 Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica e Clínica

Com o objetivo de resolver a problemática de interoperação e integração entre os vários SIH utilizados, várias soluções têm emergido em Portugal nos últimos anos. A Universidade do Porto, através do Serviço de Bioestatística e Informática Médica (SBIM) desenvolveu o sistema Informação Clínica do Utente (ICU) atualmente em funcionamento no Hospital S. João, e o Instituto de Engenharia Eletrónica e Telemática de Aveiro (IEETA) criou a Rede Telemática da Saúde (RTS) para a região de Aveiro. Por sua vez, a Universidade do Minho, em parceria com o CHP desenvolveu a AIDA, que se encontra implementada em várias instituições de saúde portuguesas. [31–33]

A plataforma AIDA, baseada em SMAs e *Service-Oriented Architectures* (SOA), pode ser descrita como um conjunto de agentes eletrónicos pró-ativos, isto é, capazes de cooperarem entre si para a realização de objetivos comuns, disponibilizando serviços como [3]:

- Comunicação entre vários sub-sistemas hospitalares heterogéneos;
- Receção e envio de informações provenientes de relatórios, imagens ou prescrições médicas;
- Consolidação, armazenamento e gestão de informação;
- Respostas corretas e precisas a pedidos em tempo real.

O seu principal objetivo passa por integrar, disseminar e arquivar grandes quantidades de dados médicos, provenientes das mais variadas fontes dentro do ambiente hospitalar. Destaca-se a comunicação e integração de sistemas como SONHO, SClínico, PCE e todos os os Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica (MCDT) (LIS,*Department Information System* (DIS), RIS). Adicionalmente, a AIDA dispõe ainda de ferramentas para interação humana com o sistema, essencialmente através de serviços *web*, tais como: interfaces, relatórios e avisos SMS. [34]

2.3 *Business Intelligence*

Encontradas formas de lidar com a dispersão e heterogeneidade dos SIs, surgem novos desafios associados à necessidade de retirar informação útil (conhecimento), da quantidade massiva de dados que está constantemente a ser produzida. [35]

Surge assim a área do BI que se refere ao uso de ferramentas tecnológicas para recolha e uso, de uma forma efetiva, de informação para potenciar estratégias de negócio. O sistema de BI ideal deverá ser capaz de providenciar acesso à informação necessária a todos os empregados, parceiros e fornecedores, de forma a que estes possam realizar eficientemente o seu trabalho. Deverá ainda oferecer formas simples e práticas de análise e partilha de toda a informação com os restantes intervenientes. Quando tal acontece, um sistema destes torna-se um pilar chave na organização, pois permite a tomada de decisões baseadas em conhecimento, facilita a análise detalhada de cada operação realizada, é capaz de identificar formas para melhorar processos e identificar falhas.

Dada a complexidade das tarefas enunciadas, um sistema de BI necessita de se suportar em várias tecnologias, entre elas: *software* para extração, transformação e integração (ETL) de dados; repositórios de dados, geralmente conhecidos como *Data Warehouse* (DW); consulta e análise de bases de dados; análise de dados através de *Online Analytical Processing* (OLAP); *data mining* e visualização de dados.

É ainda de salientar que dada a diversidade de áreas de aplicação deste

conceito, a sua perceção e utilização podem ser ligeiramente diferentes. Para os especialistas de integração de dados, a área de BI é vista com um sistema suplementar, que pode ser utilizado como plataforma de suporte à decisão. Por outro lado, na área do *data mining* o BI corresponde a um conjunto de sistemas avançados para apoio à decisão, baseados em técnicas de *data mining* e algoritmos complexos. Já na área estatística, estas ferramentas são geralmente utilizadas para a previsão ou análise multidimensional. [36]

2.3.1 Características de um sistema BI

Os sistemas de BI estão muitas vezes responsáveis por fazer a ponte (*middleware*) entre aplicações transacionais e sistemas de apoio à decisão, pelo que a transformação de sistemas direcionados para transações eficientes para sistemas orientados ao suporte à decisão, envolve geralmente os seguintes componentes [35–37]:

- **Fontes de dados** - Podem ser bases de dados operacionais, registos (histórico), externos ou do próprio repositório. A informação pode-se encontrar estruturada (tabelas ou *spreadsheets*) ou não estruturada (ficheiros de texto, imagens e outros ficheiros multimédia) em bases de dados relacionais ou com outro tipo de estrutura;

- ***Data Warehouse*** - Trata-se do componente mais importante de todo processo de BI. Caracteriza-se por ser um repositório orientado a várias matérias (*subject oriented*), integrado, variável ao longo do tempo e não volátil, por forma a manter um histórico. Está geralmente organizado num modelo multi-dimensional, utilizando factos e dimensões, implementado através de bases de dados relacionais ou multi-dimensionais;

- ***Data Mart*** - Trata-se de um repositório mais reduzido, orientado a áreas de negócio restritas. Estão organizados para o suporte à decisão segundo as necessidades específicas de um dado departamento.

- **Ferramentas de consulta e análise (*query* e *reporting*)** - Através de OLAP é possível obter perspetivas multi-dimensionais e sumariadas

dos dados presentes no DW, o que pode ser utilizado para análise, modelação, planeamento e otimização da instituição. Para além destas, pode ser utilizado outro tipo de ferramentas para vizualização, *data mining*, previsão, apoio à decisão, entre outras.

Não obstante as particularidades de cada área de estudo, é possível dividir o processo de BI em duas etapas: carregamento de dados, e apresentação/-representação de conhecimento.

A primeira etapa, conhecida como processo de ETL, envolve não só a recolha de diversas fontes (heterogéneas e distribuídas) para um único repositório - o DW - mas também todos os processos de compreensão, transformação, modelação e consolidação dos dados, de forma a que possam ser utilizados para extração de informação útil. Este é passo mais importante e demorado de todo processo de BI, uma vez que fornece a base para todas as estratégias analíticas que se poderão seguir. Dependendo da arquitetura implementada, o DW poderá ainda suportar *data marts* especializados em áreas de negócios mais restritas.

Ultrapassada a fase mais crítica, surge então a segunda etapa do processo, que por ser a que recebe mais atenção por parte da organização como um todo, é a que se chama vulgarmente de BI. Nela, aplicações e analistas têm acesso aos dados organizados no DW, podendo elaborar relatórios, *dashboards* interativos, realizar OLAP, consultas a base de dados e previsões. É nesta fase que o conhecimento é realmente extraído da informação, e apresentado de forma a poder ser utilizado. [37]

2.3.2 *Real Time Business Intelligence*

Apesar de várias aplicações com sucesso, hoje em dia os sistemas de BI tradicionais já não se adequam a todo tipo de situações, uma vez que não conseguem responder de uma forma pro-ativa a situações que estão a ocorrer em tempo real. Tal facto resulta do processo de extração e integração dos dados ser complexo e demorado, o que geralmente faz com que a informação chegue aos utilizadores finais com alguns dias de desfasamento. Na área da saúde, em sistemas de suporte à decisão em tempo real é imperativo dispor

da informação mais atualizada, pois só assim se consegue ter uma ideia do verdadeiro estado em que o paciente se encontra.

Surge assim o conceito de *Real Time* BI, que procura não só oferecer a capacidade de análise de informação em tempo real, mas também garantir que são tomadas ações instantaneamente, com base nessas mesmas análises. Desta forma é possível alterar rapidamente processos de negócio, reduzindo drasticamente o tempo de resposta associado à tomada de decisões.

Como seria de esperar, as exigências de um sistema com estas características levam a alterações profundas na parte central do processo de BI - o repositório de dados. [37]

Uma das possíveis soluções passa pela introdução de um *Operational Data Store* (ODS). O ODS funciona de forma semelhante a um DW, na medida em que ambos integram dados de várias fontes, de forma a providenciar conhecimento através de ferramentas de análise e apresentação. A grande diferença reside no facto de, ao contrário do DW, o ODS não ser construído com o objetivo de manter um histórico e visão geral dos dados. A sua função passa por conter apenas o estado mais atual da informação, de uma forma bastante detalhada e proveniente dos sistemas operacionais em tempo real. A tabela 2.1 procura sumariar a principais diferenças entre estes dois tipos de sistema. [35, 38]

Verifica-se então que o ODS e o DW têm aplicações distintas, pelo que a utilização de um não elimina a necessidade de outro. Muitas vezes estes sistemas são utilizados em paralelo, ou até mesmo em conjunto, uma vez que o ODS pode ser uma importante fonte de informação para o DW.

Uma outra solução passa pela implementação de um Virtual Data Warehouse (VDW). Um sistema deste tipo baseia-se no uso de *middleware* para aceder diretamente aos dados armazenados em várias fontes operacionais e heterogéneas. Com esta abordagem evita-se a criação de repositórios com informação redundante, no entanto o extenso processo de limpeza e transformação de dados não pode ser evitado. Assim, uma solução deste tipo poderá ser útil quando se trata de uma área de negócio bastante restrita e em constante mutação, pois poupa-se o tempo de não ter que consolidar dados e alterar a sua estrutura, no entanto é preciso ter consciência que a utilidade

Tabela 2.1: Principais diferenças entre ODS e DW (Adaptado de [38]).

ODS	DW
Dados detalhados e com disponibilidade assegurada	Dados sumariados, mas com detalhe suficiente para análises estratégicas generalizadas
Contém o estado atual ou próximo dos dados	Contém o histórico dos dados
Carregamentos em tempo real (ou próximo disso)	Carregamentos periódicos programados
Novos dados chegam através de atualizações, maioritariamente a nível de campos específicos, embora também possam ser novas entradas	A informação chega sob a forma de novas entradas, não existindo atualizações
Modelado de forma a permitir atualizações rápidas (*Third Normal Form* (3NF))	Várias técnicas de modelação, tipicamente o DW encontra-se na 3NF e os *data marts* na forma dimensional, por forma a otimizar a eficiência das consultas
Transações similares a um sistema *Online Transaction Processing* (OLTP)	As consultas processam grandes volumes de dados
Utilizado para processos detalhados de suporte à decisão e reportar informação operacional em tempo real	Utilizado para suporte à decisão a longo termo e reportar informação de gestão
Utilizado a nível operacional	Utilizado a nível de gestão

desta informação também será limitada, e a sua análise bastante mais complexa. Por outro lado, tal como no ODS, neste tipo de solução não existe um histórico, estando a informação constantemente a ser atualizada. As suas potencialidades são mais direcionadas para organizações de pequena/média escala. [39, 40]

Outras soluções têm surgido, dada a extensão e importância desta tecnologia atualmente, mas os princípios são claros: direcionar o DW clássico, para uma estrutura mais eficiente que permita atualizar dados em tempo real para o apoio a processos de negócio operacionais, ao mesmo tempo que permita manter todo o tipo de análises genéricas já desenvolvidas. [36, 37, 41]

2.4 Sistemas de Apoio à Decisão Clínica

Na área informática, um *Sistema de Apoio à Decisão Clínica* (segmento específico de SADs), pode ser definido como o uso de TIs de forma a obter informação de relevo relativamente às instituições de saúde ou bem estar dos seus pacientes. Esta informação de relevo, ou conhecimento, poderá então ser utilizada pelo pessoal clínico, de forma a facilitar o processo de tomada de decisão, o que se traduz num aumento de qualidade, eficiência, redução de custos e do erro médico. Hoje em dia, os SADCs são capazes de tarefas que vão desde referências genéricas, como guias específicos para determinadas patologias, até sugestões que levam em conta os diagnósticos e características únicas de um determinado paciente em tempo real. [42–44]

Os SADCs podem ser agrupados segundo várias dimensões:

- Timing - Se o seu apoio é prestado antes, durante ou após a decisão ser feita;
- Atividade - O suporte pode ser prestado de uma forma ativa, com o sistema a disponibilizar alertas ativamente, ou de uma forma passiva, se este apenas responde à introdução de comandos/dados por parte do profissional de saúde;
- Acessibilidade - Os sistemas podem ser genéricos ou orientados a uma especialidade;

Uma outra forma de categorizar os SADCs é relativamente ao facto de estes serem ou não baseados em conhecimento. No caso dos sistemas baseados em conhecimento, a sua base assenta na forma de afirmações/regras *Se-Então* associadas ao domínio em questão, ou seja, no caso de se verificar uma dada condição, deduz-se certa conclusão. Este tipo de sistema está geralmente dividido em três componentes: a base de conhecimento, que contém as regras e informação relativa ao domínio; o mecanismo de inferências, que faz associação entre as regras e a informação disponível; e por último, o mecanismo de comunicação, utilizado para apresentar o resultado e permitir introdução de comandos por parte do utilizador.

Os SADCs baseados em conhecimento são os mais comuns em ambiente hospitalar, em grande parte devido ao facto de serem bastante semelhantes à mente humana e ser possível demonstrar a base de todo o seu processo de decisão, o que facilita a sua aceitação. Desta forma é possível traduzir de uma forma intuitiva (quando se tratam de orientações simples) o mecanismo de decisão humano, para regras a serem interpretadas pelo *software*, conferindo-lhe a chamada Inteligência Artificial (IA). Alguns tipos de SADC baseados em conhecimento são [45, 46]:

- Baseados em lógica difusa - Graças à sua capacidade de lidar com a incerteza e conhecimento vago de forma semelhante à mente humana, permite construir bons modelos de previsão associados a guias clínicas com algum grau de ambiguidade;

- Baseados em regras ou evidência - Geralmente o conhecimento de especialistas na matéria é transformado em expressões, que posteriormente podem ser utilizadas como regras de decisão. É uma boa abordagem quando é necessário armazenar uma grande quantidade de dados e informação, no entanto quanto maior for a complexidade do domínio, mais complicado será o processo de tradução de conhecimento para regras de decisão.

No caso de SADCs não baseados em conhecimento, a sua forma de IA passa pelo chamado *Machine Learning*, que permite ao sistema aprender através de experiências anteriores e/ou reconhecer padrões nos dados clínicos. Este tipo de sistemas está dividido em duas categorias [45, 46]:

- Redes Neuronais Artificias (RNA) - O seu objetivo é simular o raciocínio humano, sendo capazes de aprender a partir de exemplos. São constituídas por nodos (que correspondem aos neurónios humanos) e ligações com pesos associados (que correspondem às sinapses), que transmitem sinais entre nodos de uma forma unidirecional. Uma RNA está dividida geralmente em três camadas: a de entrada, onde entram os dados para processamento; uma camada intermédia de processamento que determina os resultados; e uma camada de saída que comunica os

resultados. A sua estrutura de decisão tem de certa forma semelhanças com a de sistemas baseados em conhecimento, no entanto, neste caso o conhecimento é derivado de padrões e associações identificadas nos dados.

- Algoritmos Genéticos (AG) - Baseados na teoria da evolução de Darwin, sem qualquer conhecimento relacionado com o domínio em estudo, um conjunto de soluções é testado, através de uma função, como solução a um problema. As que obtiverem melhores resultados mantém-se e as restantes são recombinadas, para formar o próximo conjunto de possíveis soluções. Este procedimento repete-se até ser encontrada uma solução adequada ao problema. São semelhantes às RNA na medida em que são capazes de derivar conhecimento a partir da informação relativa ao paciente.

Capítulo 3

Materiais e Métodos

Neste capitulo são apresentados os métodos e tecnologias utilizadas no desenvolvimento de todo o projeto. Numa primeira fase é explicada a abordagem ao problema e a forma como se procurou atingir cada um dos objetivos. De seguida são apresentadas as tecnologias *Java*, *Django*, *Bootstrap* e *NVD3* e respetivas funcionalidades utilizadas na abordagem proposta.

3.1 Metodologia

O projeto desenvolvido, um protótipo de plataforma de suporte à decisão médica para transplante de órgãos, propõe uma nova estratégia para a identificação e acompanhamento de possíveis dadores de órgãos, com o intuito de aumentar o número de dadores e eficiência de todo o processo. No desenvolvimento desta solução, foi utilizada a metodologia de investigação *action research*, que se baseia na procura de soluções de uma forma progressiva, ou seja, o trabalho realizado é constantemente reavaliado de forma adaptar as soluções e garantir que os objetivos são atingidos. Genericamente, esta metodologia carateriza-se por aliar ação, reflexão, teoria e prática, na procura de soluções eficazes a problemas do mundo real. [47]

Como explicado na secção 1.3, o desenvolvimento da plataforma assentou em 3 grandes objetivos. Para atingir o primeiro, que diz respeito ao desenvolvimento de um repositório de dadores de órgãos, foi necessário definir o

método a utilizar para identificar os pacientes com maior probabilidade de virem a falecer. Após estudo das informações à disposição, do registo de óbitos dos últimos anos e discussão com a equipa responsável por doações no CHP, definiu-se que nesta fase, a forma de identificação mais eficaz seria através dos diagnósticos registados (códigos Classificação Internacional de Doenças, 9ª revisão (CID9) e notas registadas).

Definiu-se assim que o SADC a desenvolver, como parte da plataforma, teria como base de conhecimento um conjunto de diagnósticos, cuja probabilidade de óbito é alta, e um sistema de inferência baseado em regras (ser ou não um dos diagnósticos pretendidos).

Definido o método de identificação, foi necessário explorar os SIHs presentes no CHP e respetivas bases de dados associadas, por forma a identificar todas as possíveis fontes de registos de diagnósticos na instituição. Sinalizadas as fontes de dados, estudou-se a sua estrutura e organização, com vista a definição da estrutura de um repositório onde fosse possível integrar a informação proveniente desses mesmos sistemas, tendo em conta também as informações necessárias para que posteriormente fosse possível realizar o seu acompanhamento. Nesta fase foi utilizado o *software SQL Developer* para exploração das bases de dados do hospital.

O último passo para a concretização do primeiro objetivo, correspondeu ao desenvolvimento dos procedimentos ETL, o que implicou a construção de pedidos em *Structured Query Language* (SQL) para extração de informação de cada um dos SIH identificados, o desenvolvimento do mecanismo de inferência, criação das tabelas necessárias numa base de dados de suporte, e automatização destes procedimentos. Para tal recorreu-se à linguagem de programação *Java*, a um *web service* disponibilizado pela plataforma AIDA e a uma base dados *Oracle*.

Construído o repositório, deu-se início a uma segunda fase com o objetivo de desenvolver uma aplicação *web* que permitisse a visualização de dados, o acompanhamento de casos e administração da plataforma.

Em primeiro lugar, foi necessário investigar o melhor método para conseguir acompanhar os pacientes identificados, no seu percurso dentro do CHP. A plataforma AIDA, mais precisamente através do seu sistema PCE, disponi-

biliza informações suficientes para que seja possível localizar os pacientes em tempo real. No entanto, estas informações não estão disponíveis diretamente, pelo que foi necessário desenvolver um sistema inteligente capaz de deduzir a localização dos pacientes com base nas informações disponibilizadas pelo PCE.

Resolvido o problema de acompanhamento de doentes, foram então desenvolvidas várias ferramentas de apoio ao utilizador como filtros, *dashboards*, vistas detalhadas de possíveis dadores e ligações diretas à página disponibilizada pelo PCE. Por outro lado, foram também construídas várias páginas de administração que permitem alterar os componentes chave de toda a plataforma, de forma a que esta possa evoluir e crescer conforme as necessidades do CHP. Para o desenvolvimento destes componentes foi necessário recorrer às *frameworks Django* e *Bootstrap*, e a uma biblioteca *JavaScript* (JS) chamada *NVD3*.

Por fim, para completar o último objetivo relativo à implementação e avaliação da plataforma, foi necessário instalar e adaptar a plataforma desenvolvida aos recursos disponibilizados pelo CHP.

3.2 Classificação Internacional de Doenças

A Classificação Internacional de Doenças, ou em inglês *International Classification of Diseases* (ICD), é uma ferramenta padrão de diagnóstico, utilizada para fins clínicos, de gestão ou epidemiológicos. Pode ser utilizada não só por médicos, enfermeiros ou outros prestadores de cuidados de saúde, mas também por investigadores, gestores hospitalares, seguradoras ou qualquer profissional ligado à área.

Através desta ferramenta é possível classificar/codificar diagnósticos e procedimentos médicos em diversas áreas e formatos, incluindo certificados de óbito e registos clínicos. Esta categorização dos diagnósticos permite um arquivo e pesquisa mais eficientes, possibilitando também a elaboração de relatórios estatísticos a nível institucional e nacional. [48]

Atualmente, este conjunto de normas encontra-se na sua 10ª revisão, no entanto em Portugal a generalidade das instituições de saúde utiliza uma

versão modificada da 9º revisão, conhecida como Classificação Internacional de Doenças, 9ª revisão, Modificação Clínica (CID9-MC). Esta versão da CID9 difere essencialmente pela introução de sub-classificações de 5 dígitos nas subcategorias de 4 dígitos. [49]

Assim, através da utilização dos códigos CID9 em conjunto com expressões regulares e palavras chave associadas a cada diagnóstico, foi possível construir um sistema que procura nos vários SIH do CHP por uma certa lista de diagnósticos, cuja probabilidade de resultarem em óbito é elevada.

3.3 Base de Dados

Uma base de dados é um repositório de dados estruturados, otimizado de forma a permitir operações de consulta e armazenamento de informação bastante eficientes. O sistema mais comum atualmente é o de bases de dados relacionais, que consiste em organizar e armazenar a informação sob a forma de tabelas inter-relacionadas. Na sua constituição, pode-se identificar uma estrutura física e uma estrutura lógica, o que permite gerir a localização física dos dados sem provocar qualquer efeito no acesso às estruturas de armazenamento lógico. [50]

Como já referido, em meio hospitalar é enorme a quantidade de dados que é produzida a todo momento, pelo que o papel das bases hospitalares é crítico no apoio às áreas de atendimento a pacientes, administração, pesquisa e educação. Entre outras características, a este tipo de bases de dados exige-se fundamentalmente que possuam uma elevada disponibilidade, coerência de informação e privacidade, dado o tipo de dados que contém ser de extrema sensibilidade. [51]

Como forma de facilitar todo o processo de acesso, armazenamento e gestão da informação, surgiram então os chamados Sistemas de Gestão de Base de Dados (SGBD) tais como: *Microsoft SQL Server*, *MySQL*, *Firebird* e *Oracle*. [52–54]

No CHP, dos SIH estudados, todos eram baseados no sistema *Oracle*, sendo que a base de dados mais tarde disponibilizada para implementação da plataforma também seria *Oracle*. Por esta razão, a plataforma desenvolvida

utiliza uma base de dados *Oracle* quer para o armazenamento do repositório criado, quer para guardar todas as tabelas de suporte ao seu funcionamento.

Este sistema é um dos mais utilizados mundialmente em meio empresarial, fornecendo várias ferramentas de suporte, permitindo não só a utilização de SQL, mas também PL/SQL(uma extensão da linguagem que permite o uso de funções e tipos de dados característicos do sistema *Oracle*), e tem a capacidade de comunicar com vários sistemas. [50]

Apesar de a nível de performance o sistema *Oracle* cumprir todos os requisitos necessários, este não é um sistema livre e *open source*, pelo que numa possível adaptação da plataforma desenvolvida a outra instituição, esta poderá não ser a solução escolhida, em função dos recursos disponibilizados. Por outro lado, a utilização de outro SGBD não apresentará qualquer problema desde que este permita a utilização de SQL e possua conetores *Java*, uma vez que o sistema desenvolvido não requer nenhuma característica específica do *software Oracle*.

Para a fase de desenvolvimento foi utilizada uma máquina virtual disponibilizada pela *Oracle* que contém uma base de dados pré-instalada, em conjunto com o *software Virtual Box*, uma ferramenta livre que permite a criar e executar máquinas virtuais. Para além destes, foi também utilizada a ferramenta *SQL Developer* da *Oracle*, que se trata de um ambiente de desenvolvimento integrado (ou em inglês, *Integrated Development Environment* (IDE)) livre, utilizado para criar tabelas e explorar as bases de dados do CHP na primeira fase do projeto. [55, 56]

3.4 *Java*

O principal componente da plataforma desenvolvida é a aplicação *Java* que trata da procura, filtragem (através de um mecanismo de inferência), consolidação e carregamento dos dados recolhidos para o repositório de possíveis dadores.

A linguagem *Java* é hoje em dia uma das mais robustas e populares, muito graças à sua simplicidade, o facto de ser orientada a objetos (o que permite criar programas modulares e código reutilizável) e principalmente

por ser independente de qualquer plataforma, isto é, uma vez compilado um programa pode correr em qualquer sistema operativo com a plataforma *Java* instalada. A plataforma *Java* em si, a que vulgarmente se chama apenas *Java*, é constituída por interfaces de programação de aplicações (ou em inglês, *Application Programming Interfaces* (APIs)) e pela *Java Virtual Machine*, responsável por interpretar e correr os programas escritos nesta linguagem. [57, 58]

Atualmente existem outras linguagens com características semelhantes à *Java*, pelo que esta foi também uma escolha pessoal, devido aos vários anos de experiência em desenvolvimento nesta linguagem.

A aplicação desenvolvida tirou partido de várias APIs da 8ª edição da plataforma *Java*, de entre as quais se destacam as seguintes bibliotecas de classes [59]:

- *java.util.concurrent* - conjunto de classes utilitárias para lidar com programação concorrente, fornecendo de uma forma simples e segura mecanismos para lidar com funcionalidades que de outra forma seriam bastante complexas de implementar. Graças a estas, foi possível tornar a aplicação desenvolvida num *software multi-thread*, aumentando consideravelmente a sua eficiência em relação às primeiras abordagens.

- *javax.xml.soap* - conjunto de classes para criar e construir mensagens *Simple Object Access Protocol* (SOAP), de forma a utilizar um *web service* disponibilizado pela AIDA, indispensável a todo o processo. O SOAP é um protocolo para troca de mensagens na forma *eXtensible Markup Language* (XML), estruturadas dentro de plataformas distribuídas;

- *java.util.regex* - conjunto de classes utilitárias que permitem procurar padrões específicos em sequências de caracteres, através da utilização de expressões regulares;

- *java.sql* - conjunto de classes provenientes da *Java Database Connectivity* (JDBC) API, que permitem a comunicação com bases de dados.

Através destas é possível enviar comandos SQL à base de dados e realizar as mais variadas operações. É através destas que se consegue aceder às informações provenientes dos vários SIH do CHP. Por outro lado, com a instalação de vários *drivers*, a aplicação desenvolvida permite não só a ligação a bases de dados *Oracle*, mas também *MySQL*, *Microsoft SQL Server* e *Firebird*. Desta forma, assegura-se que a plataforma se poderá adaptar a informações provenientes de novos SIH, caso seja necessário no futuro.

No desenvolvimento da aplicação *Java* foi utilizado o IDE *Netbeans*, que para além de ser livre e *open source* disponibiliza vários mecanismos de suporte e ajuda no processo de desenvolvimento. Estes foram bastante úteis nos processos correção de erros e otimização da aplicação, através do uso das funcionalidades de *debug* e *profile*. [60]

3.5 *Django*

Para o desenvolvimento da aplicação *web* que serviria como interface de toda a plataforma foram avaliadas algumas *frameworks*, onde se procurava essencialmente por uma *framework* livre, multi-plataforma, consistente, que permitisse um rápido acesso aos dados armazenados na base de dados, bem estruturada, com funções básicas automatizadas e que permitisse a reutilização de componentes para acelerar o processo de desenvolvimento.

Dentro destes parâmetros, três *frameworks* foram identificadas: *Django*, *Ruby on Rails* e *CakePHP*. Ambas partilham uma arquitetura *model-view-controller* (MVC), embora no *Django* esta seja ligeiramente diferente, e apelidada de *model-view-template* (MVT). Numa arquitetura MVC o modelo de dados, a interface e parte lógica estão separadas em três camadas distintas. O modelo gere os dados da aplicação e regras de negócio, fazendo o mapeamento objeto-relacional, isto é, associando os modelos definidos com os dados presentes nas bases de dados relacionais. A vista é responsável por mostrar os dados ao utilizador através da interface, e o controlador interpreta os pedidos do utilizador, comunicando com o modelo para retornar as alterações

necessárias. No caso do modelo MVT a vista corresponde ao controlador do modelo MVC, e o *template* à vista, sendo que em termos de funcionamento são idênticos. [61–63]

De uma maneira geral, as três *frameworks* são muito semelhantes entre si, estando aptas para suportar ambientes exigentes com grande volume de dados a circular. Possuem claro pequenas diferenças entre si, mas que no geral não permitem dizer claramente que uma é melhor do que a outra, pelo que a escolha entre elas passa muitas vezes pelo tipo de linguagem em que o utilizador se sente mais à vontade. Por sugestão do Orientador, e também pela experiência já adquirida no desenvolvimento de aplicações em linguagem *Python*, a *framework Django* foi a escolhida para integrar a plataforma desenvolvida.

No desenvolvimento da aplicação *web* foi possível tirar partido de várias características e funcionalidades da *framework Django 1.8*, das quais se pode destacar:

- Simplicidade de procedimentos e estrutura, que permitem uma rápida aprendizagem e desenvolvimento de aplicações;

- Possibilidade de integrar aplicações externas, de forma a reutilizar componentes já desenvolvidos, tornando todo processo mais eficiente. Na aplicação desenvolvida fez-se uso de parte de aplicação já desenvolvida para apresentar tabelas - *django-tables2*; [64]

- Facilidade de implementação de mecanismos de *login*, controlo de sessões, formulários e segurança básica;

- Modelos e *templates* de páginas de administração, que permitem facilmente criar interfaces para gestão não só da aplicação *web* mas de toda a plataforma;

- Possibilidade de ligar a aplicação *web* a várias fontes de dados simultaneamente, uma característica indispensável para que fosse possível o acompanhamento de doentes por parte da aplicação desenvolvida;

- O mapeamento objeto-relacional, que possibilitou a criação de um VDW, resultando numa melhor análise dos dados recolhidos.

No desenvolvimento da aplicação *web* foi maioritariamente utilizada uma versão livre do IDE *PyCharm* devido ao seu grande suporte para o desenvolvimento de projetos em *Django*. Para efeitos de desenvolvimento e teste do protótipo desenvolvido foi utilizado como servidor *web*, o servidor de testes fornecido pelo *Django*. [65]

3.6 *Bootstrap*

O *Bootstrap* é uma *framework* livre e *open source* de *HyperText Markup Language* (HTML),*Cascading Style Sheets* (CSS) e JS para o desenvolvimento de páginas *web* dinâmicas e adaptáveis dispositivos móveis. Através de um vasto conjunto de ferramentas, o *Bootstrap* permite criar rapidamente páginas funcionais e ao mesmo tempo bastante apelativas, que são capazes de se adaptar ao dispositivo onde são consultadas, de forma a oferecer sempre ao utilizador a melhor experiência de utilização possível. [66]

Este último aspeto é bastante importante, pois dada a crescente utilização de dispositivos móveis, inclusive em ambiente hospitalar, era essencial ter uma interface compatível com dispositivos de dimensões reduzidas. Desta forma, evita-se a necessidade de criar uma aplicação específica para cada plataforma, uma vez que a aplicação *web* desenvolvida pode ser acedida com qualquer dispositivo que disponha de um navegador *web* e ligação à rede interna do CHP.

No projeto desenvolvido, a *framework Bootstrap* assenta na camada *template* do *Django*, sendo completamente modular.

3.7 *NVD3*

A *NVD3* é uma coleção de componentes gráficas reutilizáveis, livre e *open source* baseadas na biblioteca *D3.js*, ou simplesmente Data-Driven Documents (D3), procurando manter os potenciais da ferramenta original, mas

com uma implementação mais simplificada.

A D3 é uma biblioteca JS para a manipulação de documentos baseados em informação. Esta combina componentes de visualização poderosas, em conjunto com uma abordagem centrada na informação para manipulação do Modelo de Objeto de Documentos (DOM). Este aspeto permite à D3 criar, por exemplo, tabelas para apresentação da informação, ou com os mesmo dados criar gráficos *Scalable Vector Graphics* (SVG) interativos com transições dinâmicas e interativas. [67, 68]

A opção pela *NVD3* e não pela versão mais extensa D3 deve-se ao facto de a primeira disponibilizar todas as funcionalidades pretendidas, sendo a sua integração mais simples e intuitiva. Por outro lado, esta biblioteca é uma ferramenta bastante leve, com um funcionamento muito eficiente e que permite disponibilizar instrumentos de análise, especialmente *dashboards*, com enorme potencial informativo, que outras ferramentas mais tradicionais de BI consumiriam imensos recursos (comparativamente) para disponibilizar.

Numa fase mais adiantada do desenvolvimento desta plataforma, quando o repositório criado reunir mais dados sobre cada paciente, talvez faça sentido utilizar uma ferramenta mais elaborada e completa, no entanto, face aos objetivos que se pretendia atingir nesta fase, esta foi a opção que mais se adequou.

Tal como o *Bootstrap*, a *NVD3* também assenta sobre a camada *template* do *Django*.

Capítulo 4

Plataforma de Suporte ao Transplante de Órgãos

O presente capítulo descreve a plataforma desenvolvida no âmbito desta dissertação. Inicialmente é descrita a sua constituição geral e arquitetura, sendo posteriormente apresentados e analisados cada um dos seus componentes e funcionalidades.

4.1 Descrição

O protótipo de plataforma de suporte ao processo de transplantação desenvolvido neste projeto, batizado como *Organite*, nasce como tentativa de construção de um sistema que permita identificar e acompanhar possíveis dadores de órgãos, ao mesmo tempo que facilite o acesso a todas as informações necessárias para processos de tomada de decisão por parte profissionais de saúde das equipas de transplantação.

Um sistema deste tipo vem revolucionar todo o processo de transplantação, uma vez que até então o acompanhamento de possíveis dadores era um processo bastante elaborado e ineficiente, pois para além das informações terem que ser recolhidas de vários SIH e serviços individualmente, muitos casos passavam despercebidos no grande volume de pacientes que um hospital desta dimensão apresenta. Dada a escassez de dadores de órgãos, era

de grande urgência o desenvolvimento de um sistema que garantisse que não existe perda de dadores por falha no processo de identificação.

A plataforma desenvolvida procura ser uma extensão à AIDA, uma vez que utiliza alguns dos serviços disponibilizados por esta, de forma a abranger novas áreas. No entanto, este facto não invalida que um dia a plataforma desenvolvida possa evoluir para um sistema autónomo, de forma a poder ser implementado em qualquer centro hospitalar.

Assim, com vista a desenvolver uma solução que resolvesse os atuais problemas da equipa responsável por doações, e ao mesmo tempo criar uma base para o desenvolvimento de novas funcionalidades no futuro, procurou-se construir uma plataforma:

- **Interoperável** - caraterística indispensável a um sistema baseado na informação recolhida de outros SIH;
- **Multi-plataforma** - capaz de correr em qualquer sistema operativo, de forma a nunca ficar limitada pelos recursos disponibilizados e poder ser acedida a partir de qualquer terminal;
- **Modular** - permitindo que esta possa crescer incrementalmente através de pequenas melhorias nos vários módulos, de forma a não ser necessário alterar toda a plataforma de cada vez que esta sofra uma alteração;
- **Escalável e adaptável** - capaz de evoluir com o hospital, adaptando-se a novos SIH e preparada para as exigências associadas à crescente quantidade de dados e de utilizadores;
- **Perfeitamente Integrada (*seemless integration*)** - dada a complexidade e importância dos SIH utilizados no CHP, para além de interoperável, o sistema desenvolvido não deverá exigir demasiados recursos e disponibilidade destes, devendo todos os procedimentos ser otimizados de forma a causar o menor impacto possível;
- **Distribuída e Concorrente** - por forma a aumentar a sua eficiência, permitir vários mecanismos de procura e utilizadores simultâneos, e não

estar limitada pelos recursos disponibilizados.

4.2 Arquitetura

O *Organite* é essencialmente constituído por 5 componentes: as fontes de dados (SIH do CHP), uma ou várias base de dados, uma aplicação *Java*, uma aplicação *web* alojada num servidor e um *web service* disponibilizado pela AIDA.

No CHP foram identificados como fontes de diagnósticos o SI utilizado nas urgências, o SClínico e o PCE. Uma vez que o sistema desenvolvido se liga diretamente às bases de dados associadas a cada SIH, um dos requisitos da plataforma é estar ligada à rede interna do CHP.

O SI PCE apresenta um papel duplamente importante, pois para além de ser utilizado no processo de identificação de possíveis dadores, é também através deste que, uma vez identificados, os pacientes podem ser acompanhados no interior do hospital. No entanto, este sistema não pode ser utilizado como única fonte de dados, porque apenas contém dados demográficos e de localização, e enquanto o registo clínico de um paciente não for criado, este não aparece no sistema.

A(s) base(s) de dados tem essencialmente três papéis. O primeiro é servir como suporte à aplicação *Java* uma vez que toda a informação relativa às fontes de informação e forma de extrair as informações necessárias, está organizada numa das tabelas da base de dados. Uma outra tabela contém a base de conhecimento do sistema, ou seja, o conjunto de diagnósticos definidos como sendo os mais prováveis de resultar em óbito, sendo estes que o sistema vai procurar e filtrar das fontes de dados.

Uma outra função, é a de albergar um misto de ODS e DW, que corresponde ao repositório de possíveis dadores identificados e carregados pela aplicação *Java*. Este repositório é a fonte de informação da aplicação *web*, contendo toda a informação necessária para realizar o acompanhamento de pacientes identificados.

Por último, a base de dados contém também todas as tabelas de suporte à administração da aplicação *web* referentes a utilizadores, sessões, entre

outras.

A aplicação *Java* corresponde ao processo nuclear da plataforma. Com base nas definições do utilizador relativamente a fontes de dados, *queries* de extração e base de conhecimento definida, a aplicação é capaz de procurar, inferir, transformar e carregar dados relativos a possíveis dadores, criando o chamado repositório. Antes de enviar os dados para o repositório, a aplicação interage com um *web service*, disponibilizado pela AIDA, de forma a garantir que o processo de cada paciente é atualizado ou criado (no caso de este ainda não existir) no PCE.

A aplicação *web* é a interface visível de toda a plataforma. Está dividida em área administrativa e área de utilizador. Na primeira é possível calibrar todos os aspetos da plataforma, desde base de conhecimento, até ligações e processos de extração relativos a novas fontes, sendo também também possível fazer a gestão de utilizadores. A área de utilizador contém uma vista geral do repositório, equipada com ferramentas de procura e filtragem, uma área de análise de dados com vários *dashboards* e a sua função mais importante: um mecanismo de inferência que permite localizar o paciente em tempo real, visualizar informações mais detalhadas e abrir o seu registo no Processo Clínico Eletrónico.

A figura 4.1 procura descrever a arquitetura da plataforma *Organite*.

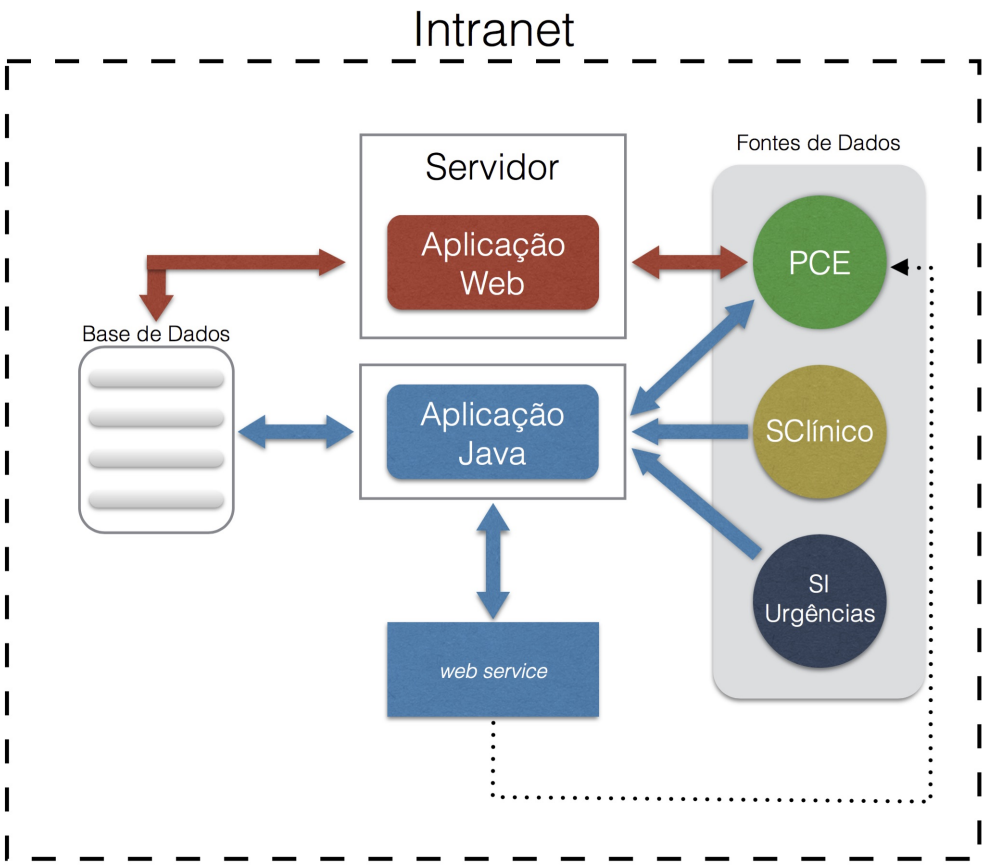


Figura 4.1: Arquitetura da plataforma *Organite*.

4.3 Fontes de Dados

As fontes de dados, tal como o seu nome indica, são a origem de toda a informação disponibilizada pela plataforma desenvolvida. Após um estudo das bases de dados presentes no CHP concluiu-se que existe uma fonte de dados central, o PCE e duas auxiliares, SClínico e Sistemas de Urgências.

No que diz respeito ao Sistema das Urgências, a sua inclusão é de extrema relevância, uma vez que muitos pacientes dão entrada pelas urgências, e apenas mais tarde o seu processo dá entrada no PCE, no caso de ocorrer internamento. Dada a importância do fator tempo no processo de doação, a inclusão de diagnósticos provenientes deste sistema apresenta-se como uma das grandes mais valias da plataforma, pois de outra forma dificilmente se

teria acesso a estes dados.

O sistema SClínico, que compreende os antigos SAM e SAPE, contém dados provenientes da área de enfermagem ou clínica (relacionada com os médicos), pelo que também providencia uma fonte essencial de diagnósticos, estando relacionado com vários departamentos dentro da instituição.

Por o último, o PCE que é a chave de interoperação entre todas as fontes de dados. Tal como os restantes, permite obter diagnósticos registados em diversas áreas hospitalares relativas a internamentos. Por outro lado, é no PCE que são registadas a maioria das informações gerais relativas ao paciente, incluindo identificadores únicos para fazer a ponte com os restantes sistemas, e ser então possível fazer o acompanhamento em tempo real. Assim, este sistema serve não só para completar as informações provenientes dos restantes, mas também para acompanhar o paciente.

De forma a tentar definir a estrutura do repositório onde seriam integrados os dados provenientes das diversas fontes, foi necessário analisar a estrutura de cada um destes SIH, identificando os parâmetros relevantes comuns a serem recolhidos. Assim, os parâmetros a ser extraídos numa primeira fase, são os seguintes:

- **ID do Episódio** - Número sequencial que identifica inequivocamente cada episódio clínico. Um episódio corresponde ao conjunto de acontecimentos registados que vão desde o momento em que um paciente é admitido até ter alta, num determinado contexto. É possível existirem múltiplos episódios como o mesmo ID, desde que pertençam a módulos diferentes.

- **Código CID9** - Código CID9 do diagnóstico registado. No decorrer de um episódio poderão ser atribuídos vários diagnósticos, sendo que cada um corresponderá sempre a uma nova entrada.

- **Notas** - Diagnósticos, notas, comentários e descrições do estado do paciente, geralmente registadas aquando da atribuição de um código CID9 de forma a complementar a informação.

- **Data do Diagnóstico** - Data em que foi registado o diagnóstico.

- **Data Encontrado** - Data em que o diagnóstico foi encontrado pela plataforma e registado no repositório.
- **ID do Profissional** - Número sequencial que identifica inequivocamente o profissional que efetuou o registo do diagnóstico.
- **Módulo** - Código do módulo hospitalar onde decorreu o episódio identificado.
- **SIH** - Fonte de dados de onde foi recolhida a informação.

4.3.1 SClínico

A extração de dados do sistema SClínico é a mais simples uma vez que toda a informação necessária se encontra numa única tabela denominada *Sys_Diagnosticos_Doente*. Na tabela 4.1 encontra-se a correspondência entre as colunas da tabela de origem e a tabela de destino (*Repository*), onde são armazenados os dados recolhidos.

Tabela 4.1: Correspondência de colunas entre a tabela *Sys_Diagnosticos_Doente* do SClínico e a tabela *Repository* da plataforma

Sys_Diagnosticos_Doente	***Repository***
Num_episodio	ID do Episódio
Cod_diagnostico	Código CID9
Dta_registo	Data do Diagnóstico
Num_ord_medico	ID do Profissional
Cod_modulo	Módulo

Os dados relativos à data e SIH onde o diagnóstico foi encontrado são preenchidos automaticamente pelo procedimento de extração.

4.3.2 Sistema de Urgências

No caso do sistema utilizado nas Urgências, o acesso à informação é ligeiramente mais complexo. Aqui a tabela *Episode_Diagnosis* permite-nos

obter a maioria dos dados necessários, como notas (coluna *Notes*), data do diagnóstico (*Dt_ Creation*) e ID do Profissional (*Num_ Ord_ Professional*). É, no entanto, necessário filtrar a coluna *Flag_ Diag_ Type* de forma a só serem retornados os diagnósticos corretos (que não foram cancelados ou estão incompletos).

Por outro lado, para obter o código CID9 é necessário recorrer à tabela *Diagnosis* através do *ID_ Diagnosis* associado ao Episódio identificado. Esta tabela permite ainda obter uma descrição do diagnóstico (*Desc_ diagnosis*) que é armazenada em conjunto com as notas provenientes da tabela anterior.

Por fim, é ainda necessário recorrer à tabela *Episode_ Ext_ Sytem* que faz a ponte entre os ID's de episódios internos, isto é, utilizados apenas pelo sistema de Urgências, e os ID's externos, utilizados pela AIDA, e portanto pelo PCE. Neste sentido é necessário filtrar a coluna *ID_ Ext_ System* de forma a obter os ID's externos.

A figura 4.2 procura esquematizar a distribuição dos dados no sistema de urgências.

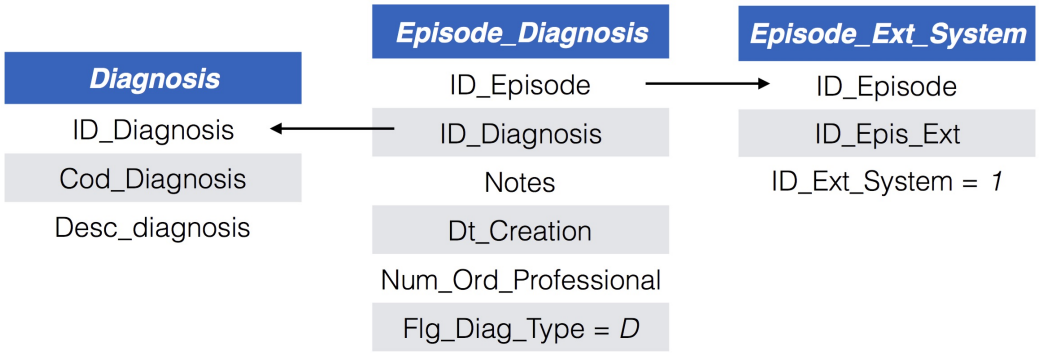


Figura 4.2: Esquema de dados no Sistema de Urgências.

Neste sistema, tal como no anterior, dados relativos a data e SIH são preenchidos automaticamente, sendo que o código do módulo também, pois este sistema apenas contém dados relativos ao módulo das urgências.

4.3.3 PCE

Tal como já referido o sistema PCE apresenta um papel primordial na plataforma desenvolvida, podendo a sua função ser dividida em três vertentes: fonte de diagnósticos, complemento de dados e seguimento de pacientes.

A sua primeira função é semelhante à dos sistemas já descritos. Através da tabela *Doc_ Admissao* é possível obter os dados relativos ao ID do episódio (coluna *Episodio*), a data do diagnóstico (*DataCriacao*) e módulo a partir da coluna com o mesmo nome, sendo no entanto necessário filtrar a coluna estado para obter os episódios corretos.

Os restantes dados encontram-se na mesma tabela mas armazenados dentro de um ficheiro XML. Através de um campo denominado *Publicado* é possível obter o ID do professional que realizou o registo. Num outro campo, *Relatorio*, encontram-se três campos com as iniciais *Sindr*, que correspondem a três diagnósticos que os médicos podem atribuir aquando do processo de admissão, sendo necessário usar expressões regulares para encontrar e separar no seu interior os campos correspondentes ao ID do diagnóstico e as notas. Ainda dentro deste XML é possível identificar um campo com a hora a que foi realizado o registo, sendo este posteriormente fundido com o campo data. A figura 4.3 esquematiza a organização deste tipo de dados no sistema PCE.

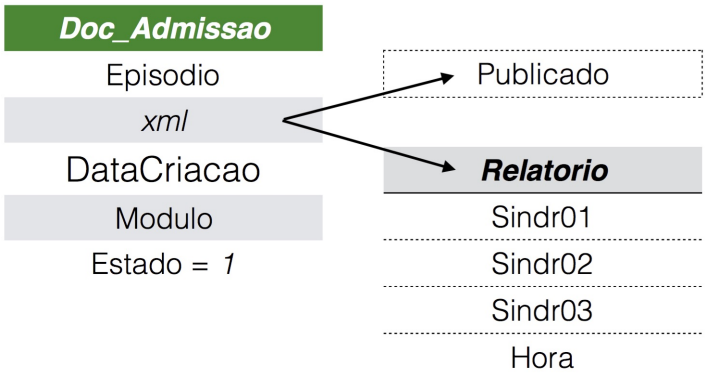


Figura 4.3: Esquema de fonte de diagnósticos no sistema PCE.

Tal como nas restantes fontes de dados, as informações relativas à data e SIH são obtidas automaticamente.

A segunda função deste sistema corresponde ao complemento das informações recolhidas não só por ele próprio, mas também dos restantes sistemas. Através do ID de episódio e módulo dos diagnósticos recolhidos, a plataforma consulta a tabela *PCE_Doentes* e obtém o Número Sequencial (*Num_Sequencial*), indispensável ao processo de acompanhamento de doentes, uma vez que é o identificador único de pacientes no sistema AIDA-PCE. Para além deste, é possível ainda extrair o número de processo (*Num_Processo*), número mecanográfico (*Num_Mecanografico*), a data de nascimento (*Dta_Nascimento*) e género do paciente (*sexo*).

Obtido o número sequencial, é ainda possível consultar a tabela *PCE_Episodios* e obter o código e descrição da especialidade (colunas *Cod_Especialidade* e *Des_Especialidade* respetivamente).

A figura 4.4 representa o processo de obtenção da informação descrita.

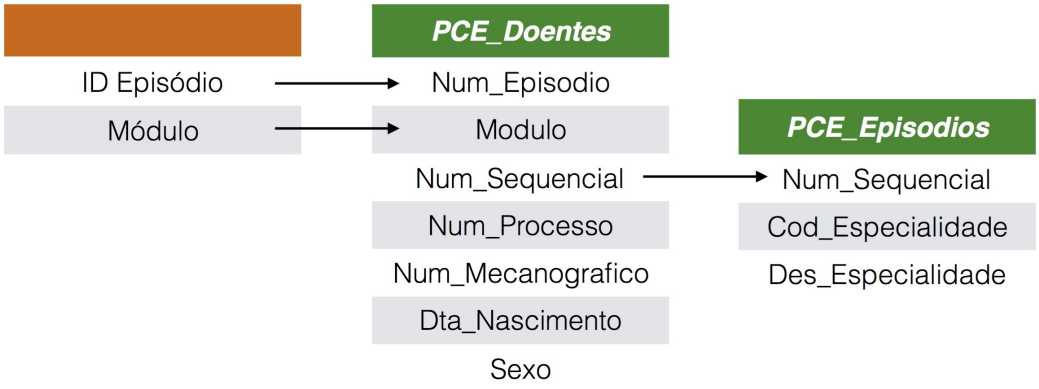


Figura 4.4: Esquema de obtenção de dados complementares do sistema PCE.

No caso de acompanhamento de doentes, a informação pode estar dispersa por várias tabelas, no entanto é possível organizá-la em três cadeias de procura.

O primeiro mecanismo de acompanhamento de doentes, diz respeito a verificar se o paciente se encontra internado no hospital ou não, e em caso afirmativo, identificar com precisão a sua localização. Para tal, a plataforma utiliza o número sequencial armazenado no repositório, de forma a poder consultar a tabela *PCE_Admissoes*, onde se identifica o episódio mais re-

cente do paciente em questão (*Int_Episodio*), a data e hora do internamento (*Dta_Internamento* e *Hora_Internamento*), de forma a obter a informação mais atualizada.

Através do episódio mais recente, é então possível consultar a tabela *PCE_Internados*, onde se irá procurar por registos deste mesmo paciente, onde a coluna *remover* seja nula, isto é, que o registo não tenha sido eliminado. Mais importante ainda, é filtrar os registos onde a data de saída (*Dta_Saida*) seja nula, ou seja, que o paciente ainda se encontre internado.

Caso seja encontrado um registo que satisfaça estas condicionantes, é consultada a tabela *PCE_Camas* através do número de transferência (*Num_Transferencia*) proveniente da tabela *PCE_Internados*, onde, se for encontrado um registo com data de saída nula, é possível obter o código da sala (*Cod_sala*) e o número da cama (*Num_Cama*) onde o paciente se encontra neste momento.

Para além das informações já referidas, é ainda possível saber a data e hora de entrada do paciente na cama (*Dta_Entrada* e *Hora_Entrada*), o serviço responsável (*Des_Especialidade*), o serviço físico responsável (*Desc_Especialidade_prev*) e o identificador do profissional (*Cod_Medico*).

A figura 4.5 descreve a cadeia de procura de informações descrita, assim como a organização de informação nas bases de dados.

No caso de o paciente identificado não se encontrar internado, a plataforma inicia então o processo de procura no registo de óbitos, consultando a tabela *PCE_Obitos* através do número sequencial, onde caso seja retornado algum registo, é possível obter a data (*Dta_Obito*) e o código do módulo (*Cod_Modulo*) onde o óbito foi registado.

A figura 4.6 esquematiza o referido processo, porém esta não é a única forma de identificação de óbitos, apenas a mais direta.

Se porventura o paciente também não se encontrar no registo de óbitos, inicia-se então o processo de pesquisa nas altas médicas. Através número sequencial e da data do diagnóstico, consulta-se a tabela *Altas_Destino* com o intuito de filtrar altas destes mesmo paciente, que tenham ocorrido após a identificação do diagnóstico.

Na eventualidade de ser encontrado um registo, através da coluna *Tipo*, é

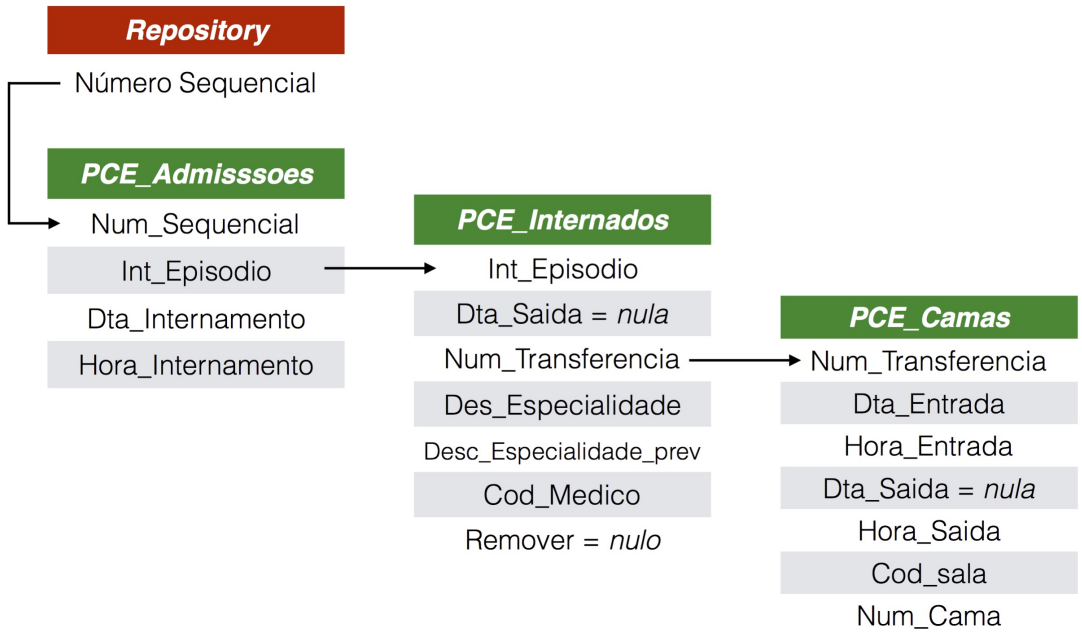


Figura 4.5: Esquema de dados e processo de procura de pacientes internados.

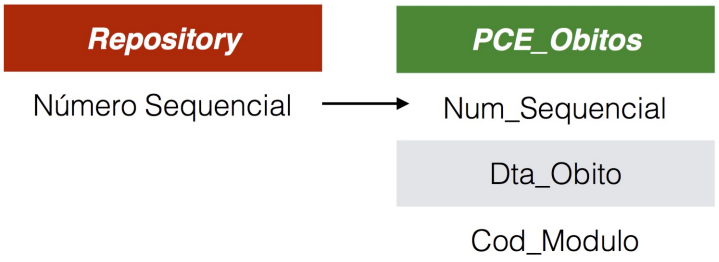


Figura 4.6: Esquema do processo de pesquisa de óbitos diretamente.

possível determinar se esta alta foi interna, externa ou um óbito. No caso de ser uma das duas primeiras, através de uma consulta à tabela *AIDA_Alta-_Destino*, é possível traduzir o código de destino obtido para uma descrição compreensível pelos utilizadores da plataforma (*Des_Destino*).

A figura 4.7 o processo enunciado de procura de informação relativa a altas médicas.



Figura 4.7: Esquema de processo de pesquisa de altas médicas.

4.4 Bases de Dados

Como já referido, é possível agrupar as tabelas que formam a base de dados global da plataforma em três grupos: suporte à aplicação *Java*, repositório e suporte à aplicação *web*. Por comodidade, e pela forma que a plataforma está organizada de momento, espera-se que a localização física das tabelas de suporte ao *Java* e de repositório seja a mesma, podendo as tabelas de suporte à aplicação *web* estar armazenadas noutra base de dados.

Esta é aliás a atual implementação da plataforma no hospital, no entanto, todas as tabelas poderiam coexistir na mesma base de dados.

4.4.1 Tabelas de Suporte à aplicação *Java*

A aplicação *Java* necessita de duas tabelas de suporte. A primeira, denominada *Organite_ Connections*, é responsável por armazenar toda a informação necessária, relativa às bases de dados a consultar no processo de extração de dados. Esta possibilita a atualização dos procedimentos de procura e extração de informação, sem que para tal seja necessário alterar o código fonte da aplicação, sendo constituída pelos seguintes campos:

- ***Name*** - corresponde ao nome atribuído ao SIH, de forma a ser simples a sua identificação;
- ***StringConnect*** - contém a informação que permite obter o *driver* JDBC necessário, e através deste efetuar a ligação à base de dados pretendida, fornecendo o endereço do servidor, a porta e nome do serviço;

- ***Username*** - Nome de utilizador necessário para aceder à base de dados em questão;
- ***Password*** - Palavra-chave correspondente ao referido utilizador;
- ***State*** - Corresponde ao estado da conexão: 0 no caso de ser uma ligação inativa, e portanto ignorada no processo de procura; 1 no caso de se encontrar ativa;
- ***Query*** - Primeira parte do comando SQL a executar, estando divido na parte onde se restringe a data a partir da qual se pretende obter diagnósticos;
- ***OrderQuery*** - Segunda parte do comando SQL, contendo a parte final da restrição de data e o índice de ordenação da consulta, geralmente a data do diagnóstico;

De forma a facilitar a compreensão das informações representadas nesta tabela, encontra-se na tabela 4.2 um exemplo de uma entrada na tabela *Organite_Connections*, neste caso com as informações correspondentes à ligação ao sistema SClínico, onde por motivos de segurança, foram ignorados os campos correspondentes ao utilizador e palavra-chave.

É de realçar que a separação do comando SQL acontece, pois naquele ponto irá ser colocada a data do último registo identificado pela plataforma a última vez que realizou uma procura. Seria possível fazê-lo sem dividir o comando, mas de momento optou-se por esta opção.

A outra tabela que suporta a aplicação *Java* corresponde à base de conhecimento do SADC implementado, sendo com base nesta que a aplicação infere se um paciente pode ser ou não classificado como possível dador de órgãos. Cada entrada nesta tabela corresponde essencialmente a informações relativas a um dado diagnóstico, sendo constituída por diagnósticos que geralmente resultam em óbito.

Denominada *Organite_Diag*, esta tabela tem a seguinte constituição:

- ***State*** - Tal como na tabela anterior, esta coluna contém valores de 0 ou 1, indicando se o diagnóstico em questão está ativo, isto é, se é utilizado como filtro ou não;

Tabela 4.2: Excerto da tabela *Organite_ Connections* com dados relativos ao sistema SClínico

Name	SClínico
StringConnect	jdbc:oracle:thin:@172.21.200.60:1521:IGIF
State	1
Query	SELECT NUM_EPISODIO as id_epis_ext, COD_DIAGNOSTICO as cod_diagnosis, OBSERVACOES as notes, to_char(DTA_REGISTO,'hh24:mi:ss') as time, to_char(DTA_REGISTO, 'dd-mm-yyyy') as dt, NUM_ORD_MEDICO as num_ord_professional, COD_MODULO as module FROM SYS_DIAGNOSTICOS_DOENTE WHERE DTA_REGISTO<=SYSDATE AND DTA_REGISTO>TO_DATE('
OrderQuery	','dd-mm-yyyy hh24:mi:ss') ORDER BY DTA_REGISTO

- ***Cod_ ICD9*** - Código CID9 correspondente ao diagnóstico em questão;
- ***Category*** - Categoria a que o diagnóstico pertence;
- ***Description*** - Descrição do diagnóstico correspondente ao código CID9 dado;
- ***DescriptionPT*** - Versão portuguesa da descrição do código;
- ***Date_ Alt*** - Data em que ocorreu última alteração no registo deste diagnóstico;
- ***RegExp*** - Expressão regular, baseada na descrição portuguesa do código CID9, contendo palavras-chave que caraterizam o diagnóstico.

Na tabela 4.3 encontra-se o exemplo de um dos diagnósticos presentes na tabela *Organite_ Diag*.

Esta tabela contém de momento 19 entradas ativas, isto é, os 19 diagnósticos cuja probabilidade de resultarem em óbito é muito mais elevada do que a generalidade. Para já, e uma vez que era necessária uma lista de

Tabela 4.3: Excerto da tabela *Organite_Diag* contendo dados relativos a um diagnóstico

State	1
Cod_ICD9	800
Category	Craneoencephalic traumatisms
Description	Fracture of vault of skull
DescriptionPT	Fractura da clavícula
Date_Alt	14.07.11
RegExp	(?i)(.) ((Fractura)|(Fratura)|(Fracturas)|(Fraturas)) (.+?) ((clavícula)|(clavicula)) (.)

diagnósticos como ponto de partida, esta lista foi fornecida pela equipa de transplantação do CHP, baseando-se na análise dos dados dos últimos anos.

Contudo, idealiza-se que no futuro tendo acesso a outro tipo de dados, seja possível realimentar esta lista de diagnósticos dinamicamente, por forma a que a plataforma se otimize a si própria, tendo a capacidade de aprender com casos passados.

O mesmo acontece com o caso das expressões regulares, que de momento, como se pode verificar pelo exemplo em 4.3, estas baseiam-se na procura de padrões contendo as palavras-chave retiradas da descrição do diagnóstico. No futuro, através de algoritmos de aprendizagem automática deverá ser possível extrair expressões regulares baseadas nas notas dos diagnósticos recolhidos.

A lista de códigos CID9 e respetivas expressões regulares atualmente representados na tabela *Organite_Diag* pode ser encontrada no Apêndice A.

4.4.2 Repositório

Dada a simplicidade da informação que está a ser recolhida, o repositório de diagnósticos é atualmente apenas constituído por uma tabela. Esta tabela procura ter um funcionamento semelhante a um ODS, dado o facto de se procurar que nela conste sempre a informação mais recente.

No entanto, não se trata de um ODS clássico, uma vez que a informação

não é atualizada e substituída, sendo assim mantido um histórico, tal como acontece num DW. Para efeito de análise de dados, a estrutura dimensional é emulada pelo *Django* na aplicação *web*, obtendo-se um VDW.

A tabela de repositório, denominada *Organite_Repository*, tem a seguinte constituição:

- ***ID_Seq*** - Identificador único de cada entrada na tabela repositório, trata-se de um número incremental automático;
- ***ID_Epis_Ext*** - ID do episódio identificado;
- ***Cod_Diagnosis*** - Código CID9 do diagnóstico identificado;
- ***Notes*** - Notas recolhidas;
- ***Dt_Diag*** - Data em que o diagnóstico foi efetuado;
- ***Dt_Found*** - Data em que o diagnóstico foi encontrado pela plataforma;
- ***Num_Ord_Professional*** - ID do professional que realizou o diagnóstico;
- ***Module*** - Módulo do hospital onde ocorreu o episódio;
- ***DB*** - SIH de onde a informação foi recolhida;
- ***Sequential_Num*** - Número sequencial do paciente;
- ***Process_Num*** - Número de processo;
- ***Esp_Cod*** - Código relativo à especialidade onde ocorreu o diagnóstico;
- ***Esp_Desc*** - Descrição da especialidade;
- ***Mec_Num*** - Número mecanográfico do paciente;
- ***Birth_Date*** - Data de nascimento do paciente;
- ***Gender*** - Género do paciente.

A tabela *Organite_Repository* é o principal elo de ligação entre as aplicações *Java* e *web*, sendo construída pela primeira, e utilizada pela segunda.

De forma a assegurar que não são registadas entradas repetidas do mesmo diagnóstico, esta tabela contém uma restrição de unicidade sobre o conjunto formado pelos campos *ID_Epis_Ext*, *Cod_Diagnosis*, *Notes*, *Dt_Diag*, *Module* e *Sequential_Num*.

4.4.3 Tabelas de Suporte à aplicação *web*

As tabelas que servem de suporte à aplicação *web* são geradas automaticamente pela *framework Django*, sem que o utilizador necessite de executar algum comando SQL.

É possível identificar tabelas relacionadas com o processo de autenticação, onde são armazenados os utilizadores e sua palavra-chave cifrada, as permissões associadas, os grupos de utilizadores, permissões associadas a cada grupo, e ainda um registo das ações de cada utilizador.

Existem ainda tabelas contendo a *metadata* associada aos modelos definidos, de forma a que a aplicação *web* saiba o tipo e organização dos dados a que se pretende aceder, existindo também o registo das várias migrações efetuadas (atualizações de modelos).

4.5 Aplicação *Java*

Como já mencionado, a aplicação *Java* trata-se do mecanismo central de toda a plataforma, uma vez que trata da identificação, processamento e carregamento de informações relativas a possíveis dadores de órgãos.

Esta trata-se de uma aplicação com arquitetura *multi-thread* de forma a aumentar a eficiência de todo o processo, sendo o seu funcionamento apresentado genericamente de seguida.

Na sua constituição, a aplicação desenvolvida contém três tipos de *threads*: *Manager*, *Sniffer* e *Updater*.

O primeiro - *thread Manager* - corresponde ao processo principal da aplicação, sendo responsável por gerir o funcionamento de todo o programa. Ini-

cialmente, este gestor consulta uma base de dados pré-definida, onde espera encontrar as tabelas *Organite_Diag* e *Organite_Connections*.

Através da primeira, carrega a lista de códigos CID9 e expressões regulares necessárias, de forma a construir uma base de conhecimento que lhe permita inferir se um dado diagnóstico será passível de resultar em óbito ou não. No caso da segunda, esta permite à aplicação obter informação relativa a todos os SIH a consultar na procura de diagnósticos e forma de obter essa informação (uma vez que este número poderá ser variável, assume-se que serão n sistemas). Adicionalmente, o programa verifica também se existem já entradas recolhidas para a tabela *Organite_Repository* dos SIH em questão, de forma a obter a data do diagnóstico da última entrada, que será utilizada como filtro na fase de pesquisa.

A consulta a estas tabelas pode ser vista como o processo de inicialização da aplicação, onde todos os dados necessários ao processo ETL são carregados.

Completada esta fase inicial, o gestor encarrega-se de criar uma *queue* concorrente, um *thread* do tipo *Updater*, e uma *pool* para *threads* do tipo *Sniffer*, estando limitada de momento até um máximo de 5 *threads* simultâneos, de forma não sobrecarregar as máquinas do hospital.

Uma vez criada esta *pool*, é criada um *thread* do tipo *Sniffer* por cada entrada lida da tabela *Organite_Connections*, ou seja, serão criados n *Sniffers*, sendo que cada um irá tratar do processo de extração de informação relativo a um SIH específico. Todos estes *Sniffers* serão geridos pela *pool* criada de forma a não ser possível correrem mais do que 5 simultaneamente.

Os *threads* do tipo *Sniffer* correspondem ao sistema de inferência do SADC desenvolvido. O seu funcionamento é baseado em regras, se o diagnóstico retornado do SIH em questão constar na lista, então a probabilidade de ser um futuro dador de órgãos é elevada, em caso contrário, este é descartado.

De forma a proceder a esta verificação, cada *Sniffer* verifica inicialmente se o código CID9 recolhido consta na lista de diagnósticos carregada, ou se é uma derivação de uma subcategoria de algum destes. No caso de tal não se verificar, avança-se então para a pesquisa nas notas através de expressões regulares.

No caso de ser identificado um diagnóstico de relevo (presente na lista), o *Sniffer* envia então o conjunto de informações recolhidas para a *queue* sob a forma de um objeto do tipo *match*. Em caso contrário, este diagnóstico é ignorado e avança-se para o próximo diagnóstico retornado.

Uma vez analisados todos os diagnósticos obtidos por cada *Sniffer*, estes *threads* terminam, comunicando tal facto à *pool* responsável pela sua gestão, de forma a que esta possa correr um novo processo que aguardava, ou no caso de todos terem terminado, esta comunica essa informação ao *thread Manager*.

No que diz respeito ao *thread Updater*, este encontra-se numa fase inicial em espera passiva, tornando-se ativo sempre que a *queue* contenha objetos do tipo *match*.

Uma vez na sua forma ativa, o *Updater* executa três funções. Inicialmente, através do ID do episódio e módulo, envia um pedido SOAP a um *web service* disponibilizado pela AIDA, de forma a que as informações relativas a este paciente sejam atualizadas no sistema PCE. De seguida executa uma consulta ao sistema PCE, de forma a complementar os dados já recolhidos, da forma descrita na figura 4.4. Por fim, os dados são carregados para a tabela *Organite_Repository*, passando-se para o próximo objeto *match* na *queue*.

Uma vez terminados todos os *threads* do tipo *Sniffer* e a *queue* sinalizar o *thread* gestor de que se encontra vazia, o gestor envia um objeto *match* especial que ordena a terminação do *thread Updater*, e apenas quando este termina é encerrada a aplicação. Assim, é assegurado que o programa não termina a sua execução sem que sejam carregadas todas as informações relativas ao último diagnóstico identificado.

A figura 4.8 representa a arquitetura e funcionamento da aplicação *Java* aqui descritos.

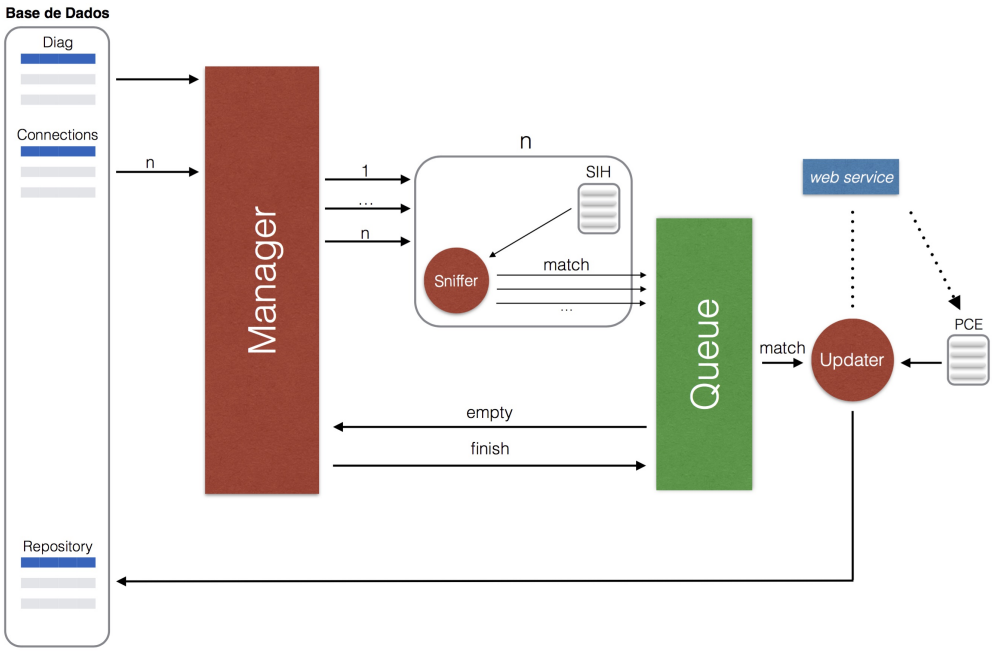


Figura 4.8: Arquitetura e esquema de funcionamento da aplicação *Java*.

4.6 Aplicação *web*

A aplicação *web* nasce da necessidade de dotar a plataforma de um mecanismo para interação humana. Desta forma, todos os aspetos nesta desenvolvidos têm como objetivo final a interação com o utilizador. Tal pode acontecer não só através da simples apresentação de informações, como a recomendação dos diagnósticos que devem ser acompanhados com maior atenção ou exposição de dados estatísticos, mas também fornecendo ferramentas de procura, ou possibilitando a alteração de parâmetros de outros componentes pertencentes à plataforma *Organite*.

Assim, o primeiro passo para integrar a aplicação *web* com a restante plataforma, passou pela criação dos modelos associados a cada tabela utilizada, isto é, foram definidas na aplicação desenvolvida as classes *Connections*, *Diagnosis* e *Repository* de forma obter o mapeamento das tabelas relacionais, para objetos. Isto significa que do lado da *framework Django* cada entrada numa destas tabelas vai ser interpretada como uma instância (da classe relativa à tabela com o mesmo nome), e cada coluna corresponderá a um atributo

dessa mesma instância.

Este facto torna a utilização de uma *framework* deste tipo uma mais valia, uma vez que todos os processos de filtragem quer para procura quer para construção de *dashboards* ficam assim bastante simplificados.

Definidos os modelos, as ligações às base de dados e criadas todas as tabelas necessárias ao normal funcionamento do *Django*, foi então possível desenvolver as interfaces pretendidas para a aplicação.

A aplicação desenvolvida está dividida em duas áreas, consoante a sua função, sendo uma delas direcionada ao utilizador (por exemplo, um profissional de saúde pertencente à equipa de transplantação), e a outra ao(s) administrador(es) da plataforma.

Na figura 4.9 encontra-se uma captura de ecrã da página inicial da aplicação desenvolvida, onde o utilizador pode escolher a que área pretende aceder. A figura 4.10, corresponde igualmente à página inicial mas quando acedida a partir de um dispositivo móvel.

4.6.1 Área de Utilizador

Em primeiro lugar, a única forma de conseguir aceder a qualquer uma das áreas da aplicação é através de um utilizador registado e ativo. Uma vez criado, este poderá ter apenas privilégios de utilizador ou também de administração.

Assim sendo, quando o utilizador tenta aceder à plataforma, é reencaminhado para uma página, onde no caso de já possuir uma conta ativa poderá inserir as suas credenciais e entrar (figura 4.11). Na eventualidade de se tratar de um utilizador que está a utilizar a plataforma pela primeira vez, clicando no separador "registo", é apresentado ao utilizador um formulário de registo (figura 4.12) na plataforma, para que este possa criar a sua própria conta.

Como mecanismo de segurança, todas as contas são criadas inicialmente no estado inativo, pelo que só é possível aceder à plataforma através destas, quando um dos administradores a tornar ativa. Esta informação é sempre apresentada ao utilizador aquando da criação de uma nova conta.

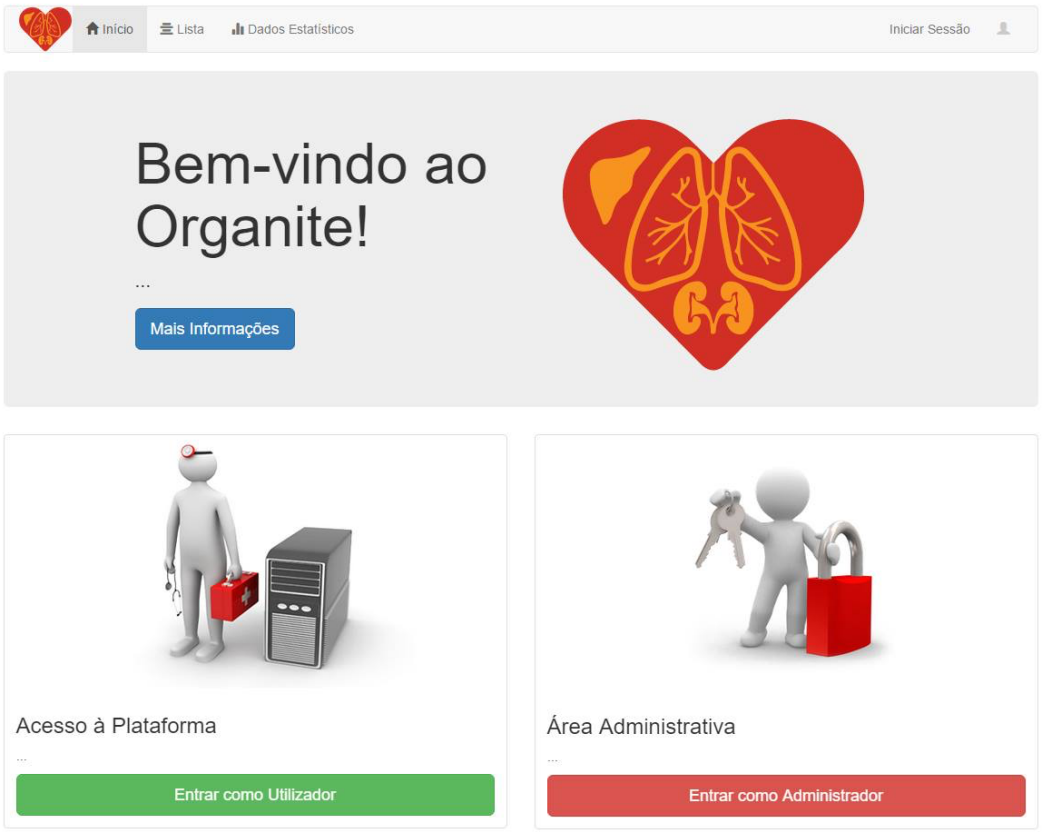


Figura 4.9: Página inicial da aplicação *web*.

Uma vez autenticado, na página de entrada do utilizador (separador denominado "Dados Estatísticos") são apresentados vários *dashboards* com informação potencialmente relevante ao utilizador. Aqui, os dados representados procuram providenciar um visão rápida e geral sobre os dados armazenados no repositório.

Neste separador é possível encontrar os seguintes *dashboards*:

- Contador de entradas nas últimas 24 horas;
- Entradas por módulo na última semana;
- Tabela de total de entradas por especialidade;
- Gráfico circular interativo com distribuição relativa de total de entradas



Figura 4.10: Página inicial da aplicação *web* em versão para dispositivos móveis.



Figura 4.11: Página de inicio de sessão na área de utilizador.

por especialidade;

- Gráfico radial interativo de total de entradas, por módulo, especialidade e código CID9 registado;

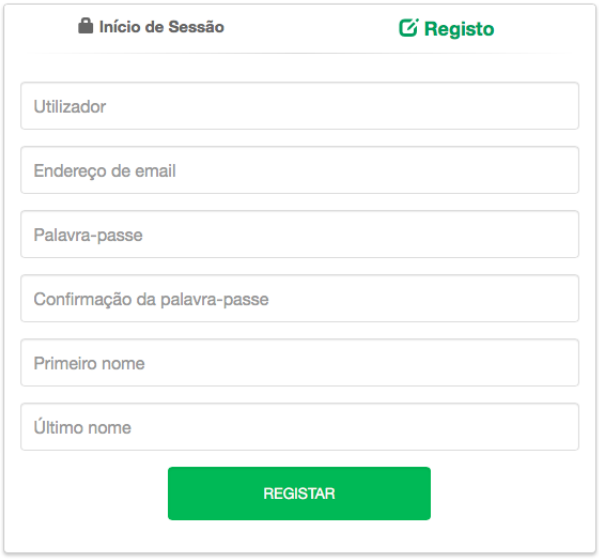


Figura 4.12: Formulário de registo de novo utilizador.

- Distribuição mensal de entradas por módulo, ao longo do último ano, com possibilidade de alternar entre vista empilhada (*stacked*), fluxo (*steam*) e relativa (*expanded*).

De notar, que sempre que é mencionada uma entrada neste contexto, é referente a uma entrada na tabela *Organite_Repository*, e portanto refere-se ao conjunto de informações recolhidas associadas a um determinado diagnóstico.

Um exemplo destas *dashboards* encontra-se na captura de ecrã da figura 4.13, sendo que as restantes se encontram no Apêndice B.

No gráfico da figura 4.13, o círculo central diz respeito ao hospital, a segunda camada corresponde ao módulo, a terceira à especialidade e a quarta ao código CID9, sendo o tamanho de cada divisão proporcional ao número de entradas sob essa designação. Estas informações são apresentadas ao utilizador quando este coloca o cursor em cima de cada uma delas, sendo possível clicar numa camada, de forma a transformar o gráfico numa vista apenas a partir dessa camada. Esta operação pode ser efetuada sucessivamente até atingir a camada mais exterior, a do código.

Da correta interpretação da informação contida nestes *dashboards*, podem

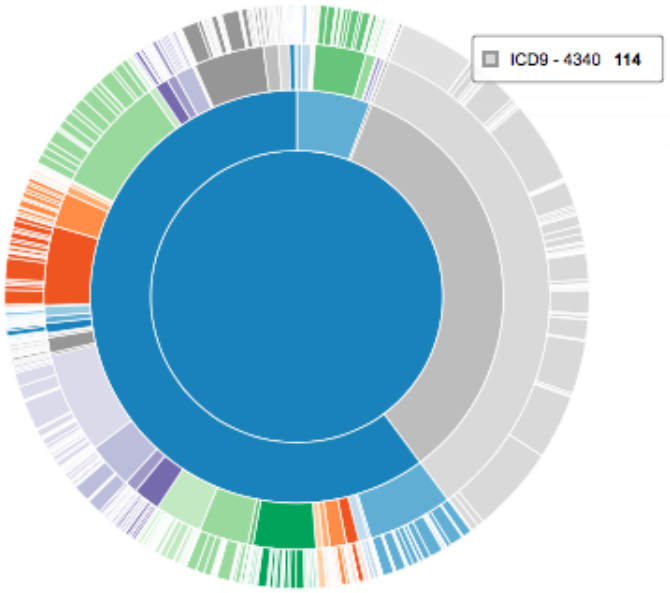


Figura 4.13: *Dasboard* radial com total de entradas, por módulo, especialidade e código CID9.

resultar novas estratégias para o acompanhamento de doentes, uma vez que é possível, por exemplo, identificar as áreas do hospital onde dão entrada com maior frequência diagnósticos com alta probabilidade de resultarem em óbito.

Uma outra secção da área do utilizador, e talvez a mais importante, encontra-se no separador "Lista", onde é apresentada ao utilizador a lista (por predefinição ordenada do mais recente para o mais antigo) de diagnósticos identificados como passíveis de originarem dadores de órgãos. Na figura 4.14 é possível observar uma captura de ecrã desta página.

Aqui são então apresentados ao utilizador o Número de processo, o ID do Episódio, o Módulo, o Código CID9, a data e hora a que ocorreu o diagnóstico e as notas recolhidas (no caso de o diagnóstico não conter notas, é apresentada ao utilizador a descrição do código CID9). São ainda disponibilizadas ferramentas que possibilitam:

- Ordenar a lista com base em qualquer uma das colunas;
- Filtrar cada uma das colunas individualmente ou em conjunto, com

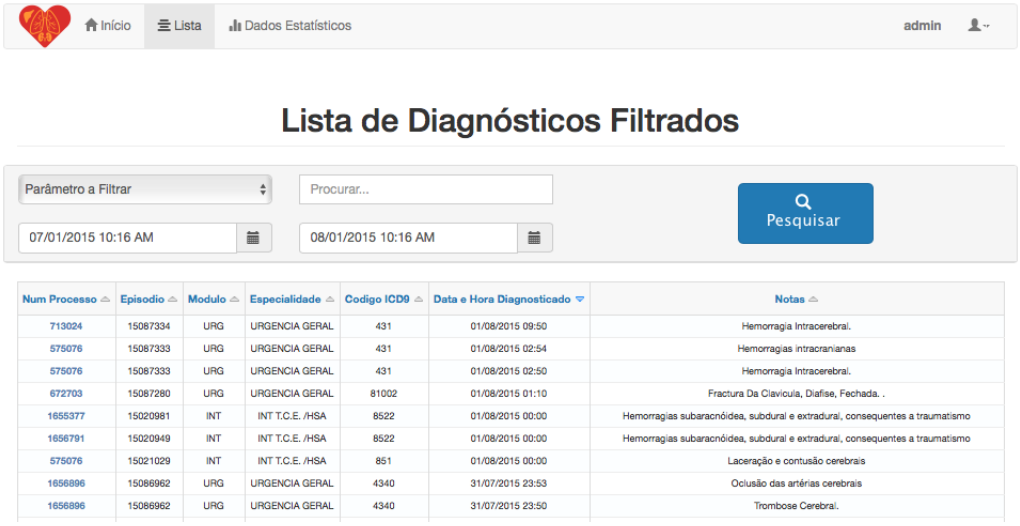


Figura 4.14: Lista de pacientes identificados como possíveis dadores de órgãos.

base num termo ou expressão a procurar;

- Filtrar a lista com base num intervalo de datas, podendo definir numa precisão que vai até aos minutos.

- Aceder à informação detalhada e rastrear um determinado paciente através de um clique no Número de Processo associado;

Esta última funcionalidade direciona o utilizador para uma nova página, onde através de um algoritmo inteligente, baseado nas cadeias de pesquisa enunciadas em 4.3.3 e implementado através da *framework Django*, a aplicação é capaz de identificar a localização atual do paciente.

O conteúdo apresentado por esta página varia consoante a localização e condição do paciente, no entanto são sempre apresentadas uma secção com o histórico de diagnósticos recolhidos sobre esse paciente, e outra com dados gerais como: número sequencial, número de processo, data de nascimento, sexo, estado (internado, falecido, alta ou desconhecido) e uma ligação para o PCE do paciente.

A figura 4.15 apresenta uma captura de ecrã para o caso de um paciente que se encontra internado. Neste caso é apresentada a informação sobre

a data de internamento, a cama e sala onde se encontra, a especialidade, especialidade prévia (que corresponde ao serviço físico responsável) e médico responsável.

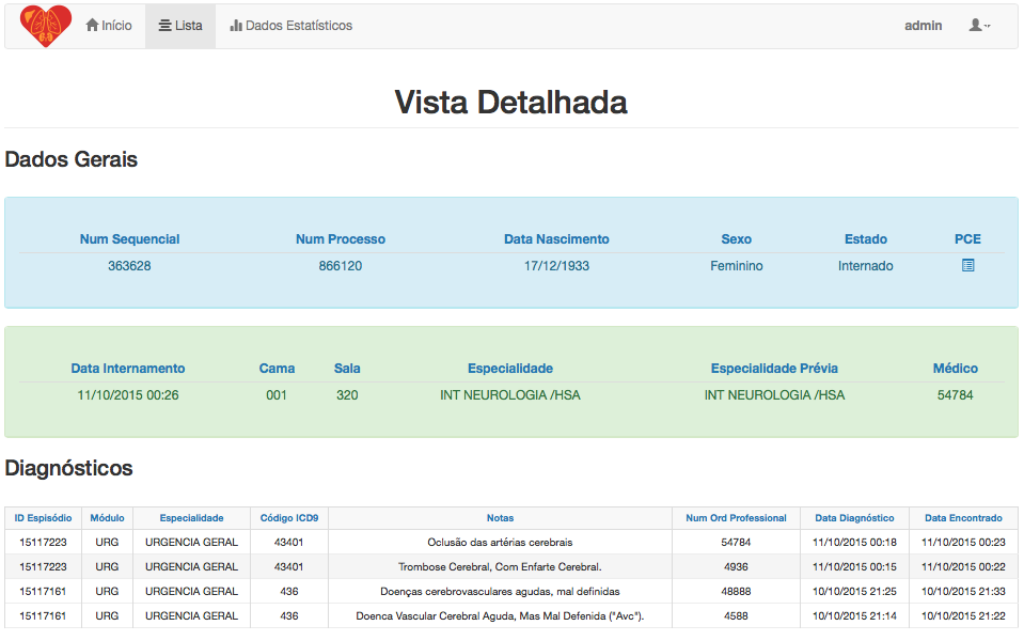


Figura 4.15: Exemplo de página detalhada para paciente que se encontra internado.

Na figura 4.16 é possível verificar uma situação que resultou em óbito, sendo então apresentada a data, especialidade e módulo em que ocorreu.

4.6.2 Área Administrativa

No caso de o utilizador aceder à área administrativa, este é redirecionado para uma área distinta da aplicação, não só em termos de funcionalidades mas também em termos visuais. Tal facto deve-se a nesta secção se ter utilizado o *template* para páginas de administração fornecido pelo *Django*. Esta opção foi tomada não só tendo em conta o fator tempo, uma vez que é muito mais rápido o desenvolvimento de uma página de administração através deste método, mas também tendo em vista a integração futura com outros projetos a serem desenvolvidos neste momento também através da

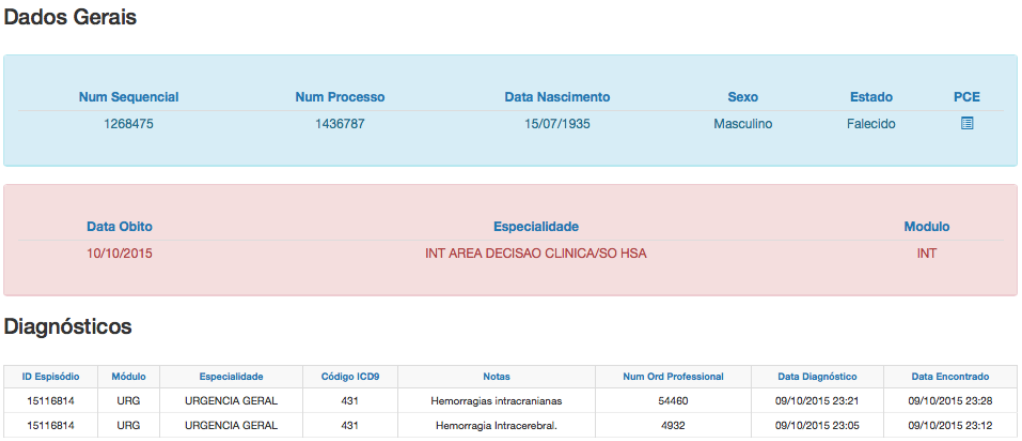


Figura 4.16: Exemplo de página detalhada para paciente que faleceu.

framework *Django*.

Assim, no futuro, poderá existir uma única área administrativa que permita gerir as várias aplicações desenvolvidas e implementadas no CHP.

Uma vez efetuado o *login* na área de administração, é apresentada ao utilizador a página presente na figura 4.17.



Figura 4.17: Página inicial da área administrativa.

Como se pode verificar, existem duas subcategorias em termos de administração: autenticação e autorização, que se refere à gestão de utilizadores, grupos e permissões; *Organapp*, nome atribuído à aplicação *web* desenvolvida para a plataforma, que permite a gestão dos modelos criados associados a cada uma das tabelas com o mesmo nome.

No caso de se aceder à secção de gestão de utilizadores, é apresentada

a interface presente na figura 4.18, onde o administrador pode adicionar ou remover utilizadores (como aconteceu na imagem apresentada), pode verificar e filtrar as informações relativas a cada um, e selecionando um utilizador específico, poderá ainda alterar as suas informações, atribuir ou remover privilégios, ou até mesmo alterar a *password*.

É esta secção que o gestor deverá visitar de forma a ativar as contas recentemente criadas.



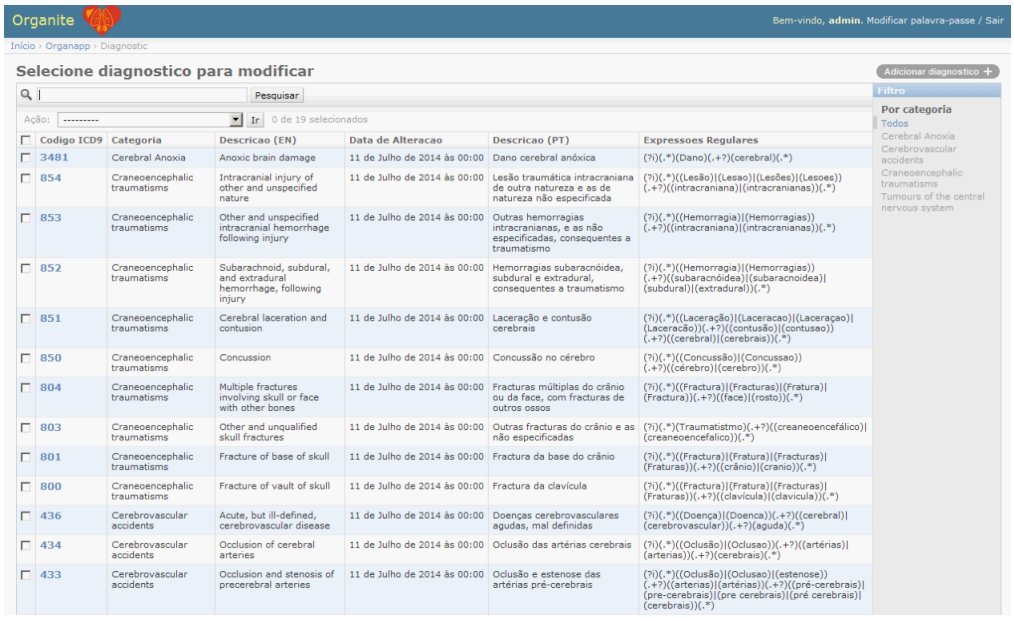
Figura 4.18: Página gestão de utilizadores.

No caso de se pretender gerir as tabelas associadas à *Organapp*, é possível alterar as tabelas associadas ao processo de extração de informação, definindo novas ligações, removendo as atuais ou editando os comandos SQL definidos, entre outras funções.

Por outro lado, tal como demonstra a figura 4.19, é também possível consultar e alterar a base de conhecimento utilizada pela aplicação *Java*, acedendo à gestão do modelo *Diagnostics*.

De modo análogo, é também possível aceder ao modelo *Repository*, caso seja necessário corrigir manualmente os dados relativos a um determinado caso, ou simplesmente eliminar um registo incorreto.

Consequentemente, a área de gestão associada à aplicação *Organapp* tem um papel crucial na adaptabilidade e escalabilidade da plataforma desenvolvida, uma vez que a dota de meios que lhe permitem evoluir de acordo com as necessidades do hospital onde está instalada.



Codigo ICD9	Categoria	Descricao (EN)	Data de Alteracao	Descricao (PT)	Expressoes Regulares
3481	Cerebral Anoxia	Anoxic brain damage	11 de Julho de 2014 às 00:00	Dano cerebral anóxica	(?i)(.*)(Dano)(.+?)(cerebral)(.*)
854	Craneoencephalic traumatisms	Intracranial injury of other and unspecified nature	11 de Julho de 2014 às 00:00	Lesão traumática intracraniana de outra natureza e as de natureza não especificada	(?i)(.*)((Lesão)|(Lesao)|(Lesões)|(Lesoes))(.+?)((intracraniana)|(intracranianas))(.*)
853	Craneoencephalic traumatisms	Other and unspecified intracranial hemorrhage following injury	11 de Julho de 2014 às 00:00	Outras hemorragias intracranianas, e as não especificadas, consequentes a traumatismo	(?i)(.*)((Hemorragia)|(Hemorragias))(.+?)((intracraniana)|(intracranianas))(.*)
852	Craneoencephalic traumatisms	Subarachnoid, subdural, and extradural hemorrhage, following injury	11 de Julho de 2014 às 00:00	Hemorragias subaracnóidea, subdural e extradural, consequentes a traumatismo	(?i)(.*)((Hemorragia)|(Hemorragias))(.+?)((subaracnóidea)|(subaracnoidea)|(subdural)|(extradural))(.*)
851	Craneoencephalic traumatisms	Cerebral laceration and contusion	11 de Julho de 2014 às 00:00	Laceração e contusão cerebrais	(?i)(.*)((Laceração)|(Laceracao)|(Laceraçao)|(Laceracão))(.+?)((contusão)|(contusao))(.+?)((cerebral)|(cerebrais))(.*)
850	Craneoencephalic traumatisms	Concussion	11 de Julho de 2014 às 00:00	Concussão no cérebro	(?i)(.*)((Concussão)|(Concussao))(.+?)((cérebro)|(cerebro))(.*)
804	Craneoencephalic traumatisms	Multiple fractures involving skull or face with other bones	11 de Julho de 2014 às 00:00	Fracturas múltiplas do crânio ou da face, com fracturas de outros ossos	(?i)(.*)((Fractura)|(Fracturas)|(Fratura)|(Fractura))(.+?)((face)|(rosto))(.*)
803	Craneoencephalic traumatisms	Other and unqualified skull fractures	11 de Julho de 2014 às 00:00	Outras fracturas do crânio e as não especificadas	(?i)(.*)(Traumatistmo)(.+?)((creaneoencefálico)|(creaneoencefalico))(.*)
801	Craneoencephalic traumatisms	Fracture of base of skull	11 de Julho de 2014 às 00:00	Fractura da base do crânio	(?i)(.*)((Fractura)|(Fratura)|(Fracturas)|(Fraturas))(.+?)((crânio)|(cranio))(.*)
800	Craneoencephalic traumatisms	Fracture of vault of skull	11 de Julho de 2014 às 00:00	Fractura da clavícula	(?i)(.*)((Fractura)|(Fratura)|(Fracturas)|(Fraturas))(.+?)((clavícula)|(clavicula))(.*)
436	Cerebrovascular accidents	Acute, but ill-defined, cerebrovascular disease	11 de Julho de 2014 às 00:00	Doenças cerebrovasculares agudas, mal definidas	(?i)(.*)((Doença)|(Doenca))(.+?)((cerebral)|(cerebrovascular))(.+?)(aguda)(.*)
434	Cerebrovascular accidents	Occlusion of cerebral arteries	11 de Julho de 2014 às 00:00	Oclusão das artérias cerebrais	(?i)(.*)((Oclusão)|(Oclusao))(.+?)((artérias)|(arterias))(.+?)(cerebrais)(.*)
433	Cerebrovascular accidents	Occlusion and stenosis of precerebral arteries	11 de Julho de 2014 às 00:00	Oclusão e estenose das artérias pré-cerebrais	(?i)(.*)((Oclusão)|(Oclusao)|(estenose))(.+?)((arterias)|(artérias))(.+?)((pré-cerebrais)|(pre-cerebrais)|(pre cerebrais)|(pré cerebrais)|(cerebrais))(.*)

Figura 4.19: Página de gestão da base de conhecimento da plataforma.

Capítulo 5

Prova de Conceito

A prova de Conceito, ou em inglês *Proof of Concept* (PoC) é uma demonstração/verificação de que as tecnologias, metodologias e conceitos desenvolvidos são aplicáveis em contexto real. Através desta é possível validar um projeto antes de este ser implementado.

Esta validação no domínio das TI acontece geralmente através do desenvolvimento de um protótipo, de forma a poder ser provada a sua viabilidade, aceitação e testadas todas as tecnologias, sendo os resultados utilizados para promover alterações na estrutura (lógica e física) e especificações do projeto, por forma a corrigir eventuais problemas antes da apresentação de um produto final. [69, 70]

No desenvolvimento da solução proposta, este processo ocorreu através de uma análise da performance em contexto real, da realização de uma análise SWOT e do estudo de usabilidade ao protótipo de plataforma desenvolvido.

5.1 Implementação e Performance

Uma vez desenvolvidos todos os componentes e procedimento necessários ao protótipo de plataforma idealizado, procedeu-se à implementação e teste do mesmo no CHP.

De acordo com os recursos disponibilizados, as três tabelas *Organite* encontram-se armazenadas numa base de dados, e as tabelas automatica-

mente geradas pela *framework Django*, encontram-se noutra, devido a problemas de compatibilidade do *Django* com tabelas comprimidas. Desta forma, foi necessário reconfigurar a componente da *framework* relativa às formas de associação de cada modelo às bases de dados.

A componente *Java* foi integrada na plataforma AIDA, mais especificamente na máquina *hsa-siima*, estando programada para procurar por novos diagnósticos a cada 10 minutos.

A aplicação *web* encontra-se implementada no servidor de testes disponibilizado pelo *Django*, sendo este servidor alojado na máquina *hsa-aida05*. O seu acesso é possível através de qualquer dispositivo na intranet do CHP através do endereço *http://172.21.201.21:8000*.

A plataforma encontra-se em funcionamento contínuo há sensivelmente 3 meses, tendo identificado já cerca de 3520 diagnósticos passíveis de resultarem em óbito.

Em termos de performance, a aplicação *Java* aquando do primeiro carregamento poderá demorar até cerca de uma hora (no caso de serem investigados registos até ao ano de 2010, por exemplo), mas uma vez em funcionamento, ou seja, atualizando-se a cada 10 minutos, esta é executada num intervalo de 10 a 20 segundos.

No caso da aplicação *web*, apesar de estar a funcionar num servidor algo limitado em termos de performance, tudo funciona de forma bastante fluída, incluindo a página de *dashboards* (mais exigente em termos de processamento de pedidos).

Para além dos aspetos relativos aos componentes da plataforma em si, um dos objetivos era não sobrecarregar nenhuma das máquinas ou base de dados do hospital, deixando o menor impacto possível, o que de momento é um aspeto que se verifica.

5.2 Análise SWOT

A análise SWOT é uma ferramenta de planeamento estratégico, que consiste num processo de exploração do ambiente interno e externo a uma organização/produto, de forma a fundamentar decisões e delinear estratégias

baseadas nos seus pontos fortes (***S**trengths*), pontos fracos (***W**eaknesses*), oportunidades (***O**pportunities*) e ameaças (***T**hreats*). [71]

Uma ferramenta deste tipo torna-se bastante útil no desenvolvimento de projetos, uma vez que permite sumariar de uma forma simples e concisa todos os aspetos de relevo a ter em conta de futuro. Assim, é possível explorar novas possibilidades e soluções para problemas, identificar novas oportunidade de sucesso face aos riscos que poderão eventualmente ser obstáculos, clarificar direções e escolhas futuras. [72]

No caso de ser utilizada em fases intermédias de projetos, esta análise permite ajustar e redefinir planos de acordo com as oportunidades que vão surgindo, alargando o leque de soluções de forma a evitar as ameaças sinalizadas.

No que diz respeito ao modelo da análise SWOT propriamente dito, este encontra-se dividido em fatores favoráveis e desfavoráveis, e fatores internos e externos. Intuitivamente se depreende que um fator favorável será todo aquele que contribua para o atingir dos objetivos delineados, e um fator desfavorável todo aquele que se apresente como um obstáculo. Por outro lado, fatores internos internos são todos aqueles que são controláveis pela organização/produto, e externos todos os que escapam ao seu domínio.

De acordo com as categorias descritas, este modelo passa então por identificar [73]:

- ***Strengths*** - atributos internos que contribuem para o atingir dos objetivos - pontos fortes;
- ***Weaknesses*** - atributos internos que se apresentam como problemas à solução desenvolvida - pontos fracos;
- ***Opportunities*** - influências externas que são favoráveis ao sucesso do projeto - oportunidades;
- ***Threats*** - influências externas que poderão constituir um entrave à solução proposta - ameaças;

A figura 5.1 representa a matriz geralmente utilizada no processo de análise SWOT.



Figura 5.1: Matriz SWOT.

É importante notar que apenas a listagem de pontos fortes/fracos, oportunidades e ameaças por si só, não acrescenta grande valor à solução desenvolvida. O que realmente torna este processo importante é quando são analisados profundamente todos os aspetos de forma a perceber o que está por trás do sucesso dos pontos fortes, o que se poderá fazer para melhorar os pontos fracos, de que forma se poderá tirar partido das possíveis oportunidades, entre outros aspetos. [73]

Deste tipo de análise poderão nascer estratégias que vão permitir aos pontos fortes tirar partido das oportunidades, utilizar os pontos fortes para evitar ameaças, ultrapassar pontos fracos através de oportunidades e minimizar os pontos fracos e ameaças. [72]

No caso do projeto desenvolvido no âmbito desta dissertação, a análise SWOT consiste em analisar o protótipo de plataforma desenvolvido de forma a perceber quais os seus pontos fortes e pontos fracos, assim como as oportunidades e ameaças que este poderá eventualmente enfrentar, sendo assim possível traçar diretrizes para estratégias futuras.

Os principais pontos fortes identificados são:

- A elevada capacidade de interoperação, que lhe permite recolher informação de vários sistemas;
- Ser multi-plataforma, não estando vinculado a um sistema operativo

específico;

- Tratar-se de um sistema modular, sendo portanto possível aplicar melhorarias incrementais sem ser necessário alterar todo o sistema;
- Elevada escalabilidade e adaptabilidade;
- Integração de toda a informação relevante a possíveis doadores de órgãos num único local;
- Acesso imediato a diagnósticos e informação clínica de pacientes;
- Localização em tempo real de pacientes;
- Interface intuitiva e adaptável à plataforma;
- Facilidade de utilização;
- Segurança e confidencialidade dos dados assegurada por mecanismos de autenticação;
- Facilidade de gestão dos vários componentes da plataforma através de uma única interface.

No que diz respeito às suas limitações, ou seja, pontos fracos, podem ser apontados:

- Necessária ligação à intranet do CHP, não existindo de momento possibilidade de aceder à informação do exterior;
- Dependente da informação disponibilizada por outros SIH, o que poderá sempre originar problemas de coerência e disponibilidade;
- Falta de redundância nas suas base de dados;
- Suporte à decisão prestado ainda se encontra numa fase bastante primitiva;
- De momento não é possível obter informação relativa aos casos que realmente resultam em doações, o que impossibilita a realimentação da base de conhecimento.

Por outro lado, tendo em conta os fatores externos à plataforma, é possível identificar as seguintes oportunidades:

- Recurso a novas tecnologias das mais variadas formas (computadores, *smartphones* ou *tablets*), de forma a aumentar a qualidade dos cuidados de saúde;
- Disponibilização de uma ferramenta para o auxílio nas tarefas de identificação de possíveis dadores de órgãos;
- Aumento do número total de doações;
- Desenvolvimento e modernização da estrutura hospitalar através de uma ferramenta que não acarreta custos adicionais;
- Progressivo aumento da interoperabilidade em meio hospitalar, o que tenderá a facilitar a tarefa do sistema desenvolvido.

Em último lugar, para além de oportunidades, os fatores externos também representam por vezes ameaças, tais como:

- Alterações profundas no esquema organizacional (em termos de dados) do hospital, podem resultar num funcionamento imprevisível da plataforma;
- Falhas em termos de coerência ou disponibilidade em fontes de dados associadas à plataforma, terão tendência a repercutir-se na mesma;
- Concorrência por parte de outros sistemas a serem desenvolvidos por outras entidades;
- Difícil aceitação e adaptação por parte dos profissionais de saúde a novos métodos de trabalho.

Posto isto, é possível encarar o futuro com perspetivas otimistas, uma vez que os pontos fortes associados às oportunidades apresentadas, suplantam em muito as possíveis ameaças e pontos fracos identificados. Para além dos problemas característicos geralmente associados ao desenvolvimento de um

novo *software*, é possível identificar que a principal limitação deste sistema será sempre a qualidade da informação recebida, que sendo um fator externo, é impossível de controlar.

Ainda assim, a grande adaptabilidade e possibilidade de alterações através da interface de administração da plataforma, fornecem algumas ferramentas que permitem alguma flexibilidade à plataforma de forma a conseguir lidar com este tipo de situações, pelo que a melhor estratégia será sempre tentar dotar a plataforma com o maior número de mecanismos de verificação de dados, e de formas de alterar qualquer parâmetro associado à extração de dados.

No que diz respeito à falta de redundância de base de dados, não é na realidade um ponto fraco grave, uma vez que a plataforma é capaz de reconstruir o repositório num espaço de tempo relativamente curto, já que neste tipo de aplicação apenas é importante informação relativa a uma janela de tempo reduzida.

Já o aspeto que se refere ao sistema de suporte à decisão como ainda estando numa fase inicial, uma vez obtido o acesso a um registo de doações será possível realimentar todo o sistema, fornecendo recomendações ao utilizador bastante mais precisas, podendo ao mesmo tempo avaliar de outra forma a real utilidade da plataforma desenvolvida.

5.3 Estudo de Usabilidade

Por forma a avaliar a melhorar as interações utilizador-computador, foi emergindo o conceito de usabilidade, proveniente da área de estudo da Interação Humano-Computador (IHC). Esta área foca-se em que um sistema atinja os objetivos a que se propõe, de uma forma simples e de fácil perceção para o utilizador, de forma a que esta possa aproveitar totalmente os recursos disponibilizados.

Segundo a ISO 9241-11, usabilidade pode ser definida como a capacidade de um produto ser utilizado por um dado utilizador, de forma a atingir objetivos específicos, com eficiência e satisfação num determinado contexto.

Desta definição se depreende que a usabilidade é um conceito mais abran-

gente do que a simples interação utilizador-computador, sendo que fatores como nível de conhecimento do utilizador, faixa etária, tipo de aplicação, facilidade de acesso, entre outros, podem ter um grande impacto na qualidade da interface desenvolvida. [74]

No contexto das aplicações *web*, a usabilidade é uma caraterística imprescindível ao sucesso de qualquer aplicação, pois se tal não se verificar, o público-alvo desiste da sua utilização e esta torna-se inútil. Se o utilizador não compreender facilmente a informação apresentada, achar a utilização complexa ou se se perder dentro da própria aplicação, terá tendência a abandoná-la.

É possível identificar 5 componentes dentro do conceito de usabilidade [75]:

- **Aprendizagem** - refere-se à dificuldade associada à realização de tarefas simples, da primeira vez que o utilizador se depara com estas. Idealmente o sistema será auto-explicativo, fornecendo a ajuda necessária e guiando o utilizador através das várias interfaces.

- **Eficiência** - diz respeito à velocidade com que os utilizadores são capazes de realizar as tarefas, uma vez habituados à interface apresentada. Espera-se que utilizadores experientes consigam tirar partido de atalhos para a realização de tarefas rotineiras.

- **Capacidade de Recordação** - relaciona-se com a facilidade com que o utilizador recupera a sua eficiência (em termos de utilização), após longos períodos sem utilizar a aplicação.

- **Erros** - trata-se do número de erros que os utilizadores poderão cometer, a severidade associada a estes, e a capacidade do utilizador ser autonomamente capaz de recuperar destes. Espera-se que o sistema disponibilize ao utilizador meios para resolver os seus próprios problemas.

- **Satisfação** - refere-se aos aspetos estéticos e funcionais da interface desenvolvida, caracterizando o quão agradável é considerado o seu design por parte do utilizador.

Assim, o estudo da usabilidade, permite obter alguns resultados importantes, tais como: constatar e registar de problemas de interação; avaliar a produtividade e eficiência do utilizador na interação com o sistema; identificar e ultrapassar dificuldades de operação com os sistemas; prever tempos de execução associados a tarefas específicas; reconhecer a opinião do usuário; e sugerir remodelações ao projeto de forma a colmatar problemas identificados. [74]

Como forma de avaliar a usabilidade da interface *web* desenvolvida, que por sua vez também permite avaliar de certa forma toda a plataforma, foi realizado um inquérito aos utilizadores de plataforma, na forma de um questionário eletrónico.

Através deste, espera-se em primeiro lugar avaliar os principais aspetos da interface desenvolvidos até ao momento, verificando a sua utilidade e coerência, de forma a proceder a possíveis correções.

Por outro lado, este questionário tem também a finalidade de identificar de uma forma mais clara qual a constituição do seu público alvo em termos de formação e nível de à vontade com ferramentas tecnológicas deste tipo, de forma a que se possam adaptar e direcionar as ferramentas disponibilizadas de uma melhor forma.

Um outro aspeto importante, advém da possibilidade de aprender com os especialistas da área que aspetos serão mais importantes e prioritários nos novos módulos da aplicação a desenvolver, de forma a atender às suas necessidades.

O questionário desenvolvido encontra-se no formato eletrónico, em primeiro lugar devido à facilidade de difusão que este formato permite, assim como uma recolha dos dados facilitada. Também a análise de dados fica assim mais simples, uma vez que os dados já se encontram no formato digital.

Para a disponibilização e elaboração dos questionário foi utilizada a ferramenta *Typeform*, bastante utilizada atualmente devido à facilidade e rapidez com que permite criar questionários dinâmicos, apelativos e que facilitam o seu processo de preenchimento devido a inúmeros mecanismos de ajuda. Este questionário pode ser acedido através do seguinte endereço: `https://lpptorres.typeform.com/to/XPkxHr`.

Este questionário encontra-se dividido em 5 secções. Na primeira procura-se obter dados relativos ao utilizador; na segunda informações relativas à utilização da plataforma, de forma a perceber a sua aceitação atual; na terceira, são apresentadas várias afirmações relativas ao sistema desenvolvido, sendo o utilizador convidado expressar a sua opinião face a estas através de uma Escala de *Likert*, que consiste em cinco níveis que vão desde "Discordo completamente"até "Concordo completamente", sendo assim avaliado o sistema desenvolvido em termos gerais; por fim, a última secção destina-se a auscultar a opinião dos utilizadores, de forma a perceber necessidades que possam não estar a ser contabilizadas. O questionário desenvolvido encontra-se listado de seguida:

1. Informações Pessoais
    - Indique a sua idade.
    - Indique a sua função.
2. Utilização
    - Em que dispositivos acedeu à aplicação?
    - Com que frequência utiliza a aplicação?
3. Aplicação Desenvolvida
    - O funcionamento da aplicação é bastante intuitivo.
    - O design é agradável e adequado.
    - A linguagem é adequada e os termos utilizados estão corretos.
    - A aplicação apresenta toda a informação necessária.
    - O acesso à informação é simples e rápido.
    - A informação apresentada está correta e atualizada.
    - O sistema desenvolvido simplifica o processo de identificação de possíveis dadores.
    - A aplicação permite aumentar a eficiência do processo de transplantação.

- Os *dashboards* disponibilizados fornecem informações importantes.
- De 1 a 5, sendo 5 a classificação máxima, qual a sua satisfação com a aplicação desenvolvida?
- Considera a aplicação útil?

4. Sugestões
    - Que aspetos alteraria no sistema desenvolvido?
    - Que outras funcionalidades gostaria de ver implementadas?

Atualmente este questionário ainda se encontra em fase de divulgação entre os utilizadores da plataforma, pelo ainda não foi possível obter qualquer resposta e realizar a sua análise.

Capítulo 6

Conclusões

A constante procura de novas formas de aumentar a qualidade e eficiência relativa à prestação de cuidados de saúde é cada vez mais uma constante na sociedade atual. O projeto desenvolvido, para além de enquadrado neste contexto, diz respeito a uma área de grande importância e sensibilidade, que é a área da transplantação.

A metodologia proposta procura aumentar o número de possíveis dadores de órgãos, tirando partido das informações presentes de forma dispersa em toda a estrutura hospitalar, organizando-as de uma forma simples, rápida e intuitiva, de forma a que as equipas de transplantação tenham acesso em tempo real a toda a informação necessária.

Nesta dissertação encontram-se descritos todos os procedimentos e trabalho desenvolvido para a criação de um protótipo de plataforma para assistir o processo de doação, baseada nas metodologias apresentadas, sendo agora feito um balanço geral, sintetizando as principais contribuições deste projeto e quais as estratégias de trabalho futuro.

6.1 Contributos

Todo trabalho desenvolvido nesta dissertação tinha como objetivo final o desenvolvimento de um protótipo de plataforma de suporte à doação de órgãos, que servisse como ponto de partida, para um sistema robusto de

suporte à decisão médica a todo processo de transplantação.

A existência de um sistema deste tipo é de extrema importância, não só em termos de qualidade de vida para os pacientes que o processo de transplantação assegura, mas também em termos de custos para as instituições, uma vez que o tratamento de doentes em estado terminal apresenta-se como uma grande fatura para as instituições de saúde.

Com vista a desenvolver a solução então proposta, foi necessário construir um repositório de possíveis dadores (primeiro objetivo), o que envolveu um extenso processo de estudo da distribuição de informação dos dados de pacientes nos vários SIH no CHP, e desenvolvimento de métodos de extração e consolidação de informação.

Foi também desenvolvida uma interface *web* (segundo objetivo) funcional de forma a permitir a interação com os utilizadores, disponibilizando as informações necessárias ao processo de doação em tempo real. Por outro lado, esta interface permite também ajustar vários parâmetros relativos ao funcionamento da plataforma, dotando de capacidades de adaptação e interoperação bastante elevadas.

Por fim, o protótipo desenvolvido foi implementado e encontra-se em fase de teste no CHP. Embora já tenha sido possível obter análises de performance satisfatórias e tenha sido elaborada uma análise SWOT de forma a delinear estratégias futuras no seu desenvolvimento, ainda está em curso um estudo de usabilidade que permitirá avaliar melhor se o impacto da plataforma desenvolvida está a ser o esperado, e em caso negativo, o que se poderá fazer para corrigir a situação.

Por outro lado, apenas será possível ter uma verdadeira noção do impacto desta ferramenta quando forem disponibilizados pelo GCCT do Porto os dados semestrais/anuais de doações relativos a períodos superiores a julho de 2015, isto caso se verifique que a plataforma foi de facto utilizada pelas equipas em questão. Só assim se poderá avaliar se o objetivo da plataforma - aumentar o número de doações - está a ser alcançado.

6.2 Trabalho Futuro

Provada a sua utilidade, e da maneira que foi construída, a plataforma desenvolvida poderá evoluir em praticamente todos os sentidos, sendo capaz de ir atualizando cada um dos seus módulos sem afetar todo o sistema, sendo ainda possível desenvolver novos módulos.

Em primeiro lugar, de forma a providenciar um sistema de apoio à decisão mais robusto, que apresente por exemplo a probabilidade de cada diagnóstico identificado resultar efetivamente em óbito, será necessário à plataforma evoluir no seu módulo base, ou seja, nos procedimentos de recolha de informação. Através de recolha de dados mais detalhados, contendo por exemplo, escalas de coma, pressão arterial, reatividade das pupilas, análises de componentes no sangue, entre outros, será possível criar uma base de informação mais rica, onde algoritmos inteligentes poderão identificar padrões que por vezes passam despercebidos.

Por outro lado, a evolução do repositório atual para um ODS puro, que servisse de suporte a um DW estruturado com os novos parâmetros e dimensões a ser recolhidos, abriria não só a possibilidade para a criação de um novo sistema de alerta instantâneo para casos de óbito (que não existe de momento), mas também possibilitaria análises mais robustas por um sistema de BI mais poderoso, a ser implementado no topo deste novo DW.

Outro aspeto bastante importante seria a obtenção de dados provenientes do registo de doações. Desta forma seria possível criar uma base de conhecimento dinâmica, capaz de aprender com casos passados, de forma a otimizar cada vez mais o algoritmo de inferência implementando.

Um outro módulo que poderá nascer, será permitir a gestão logística e de listas de espera associadas à transplantação, isto é, de uma forma automatizada, a plataforma ser capaz de identificar com alta probabilidade um possível dador, verificar se este está impedido de doar órgãos, e, em caso de ser dador, ser capaz de fazer a melhor correspondência com a lista de pacientes em lista de espera para transplantação.

A capacidade da plataforma atual atingir estes objetivos será limitada não só por aspetos técnicos, mas sobretudo por aspetos burocráticos, dada a

sensibilidade deste tipo de informação.

Bibliografia

[1] S. Khodambashi, "Business Process Re-engineering Application in Healthcare in a Relation to Health Information Systems," *Procedia Technology*, vol. 9, no. 2212, pp. 949–957, 2013.

[2] M. Miranda, J. Duarte, A. Abelha, J. Machado, J. Neves, and J. Neves, "Interoperability in healthcare," 2010.

[3] H. Peixoto, M. Santos, A. Abelha, and J. Machado, "Intelligence in interoperability with aida," in *Foundations of Intelligent Systems*. Springer, 2012, pp. 264–273.

[4] L. Cardoso, F. Marins, F. Portela, A. Abelha, and J. Machado, "Healthcare Interoperability through Intelligent Agent Technology," *Procedia Technology*, vol. 16, pp. 1334–1341, 2014.

[5] E. Pereira, A. Brandão, M. Salazar, C. F. Portela, M. F. Santos, J. Machado, A. Abelha, and J. Braga, "Pre-triage decision support improvement in maternity care by means of data mining," *Integration of Data Mining in Business Intelligence Systems*, pp. 175–192, 2014.

[6] F. Portela, M. F. Santos, J. Machado, A. Abelha, and Á. Silva, "Pervasive and intelligent decision support in critical health care using ensembles," in *Information Technology in Bio-and Medical Informatics*. Springer, 2013, pp. 1–16.

[7] T. Bright, A. Wong, R. Dhurjati, E. Bristow, L. Bastian, R. Coeytaux, G. Samsa, V. Hasselblad, J. Williams, M. Musty, L. Wing, A. Kendrick, G. Sanders, and D. Lobach, "Annals of Internal Medicine Review Effect of Clinical Decision-Support Systems," *Annals of Internal Medicine*, vol. 157, no. 1, pp. 29–43, 2012.

[8] L. Torres, H. Vicente, P. Novais, A. Abelha, and J. Neves, "Prediction of organ donation after irreversible brain damage," in *Future Communication Technology and Engineering*. CRC Press, Apr. 2015, pp. 333–338.

[9] M. J. a. Rocha, S. Ferreira, L. S. Martins, M. Almeida, L. Dias, S. Pedroso, A. C. Henriques, R. Almeida, and A. Cabrita, "Cost analysis of renal replacement therapy by transplant in a system of bundled payment of dialysis," *Clinical Transplantation*, vol. 26, no. 4, pp. 529–531, 2012.

[10] P. Burra, G. Germani, R. Adam, V. Karam, A. Marzano, P. Lampertico, M. Salizzoni, F. Filipponi, J. L. Klempnauer, D. Castaing *et al.*, "Liver transplantation for hbv-related cirrhosis in europe: an eltr study on evolution and outcomes," *Journal of hepatology*, vol. 58, no. 2, pp. 287–296, 2013.

[11] Instituto Português do Sangue e da Transplantação, "Relatório de Atividades 2013 - Coordenação Nacional de Transplantação," p. 77, 2014, acedido a: 2015-10-1. [Online]. Available: http://ipst.pt/files/TRANSPLANTACAO/DOACAOETRANSPLANTACAO/RelatorioAtividade_CNT_2013_final.pdf

[12] ——, "Annual Organ Transplantation Activity - Newsletter Transplant of the Council of Europe," p. 64, 2014, acedido a: 2015-10-1. [Online]. Available: http://ipst.pt/files/TRANSPLANTACAO/DOACAO%20E%20TRANSPLANTACAO/Dados_Newsletter_2014_vf.pdf

[13] ——, "Colheita e Transplantação de Órgãos Pontos a salientar - Resumo da Atividade Nacional Jan-Jul 2015," 2015, acedido a: 2015-10-1. [Online]. Available: http://ipst.pt/files/TRANSPLANTACAO/DOACAOETRANSPLANTACAO/Colheita_e_Transplantao_Jan-Jul_2015.pdf

[14] Y. J. de Groot, N. E. Jansen, J. Bakker, M. a. Kuiper, S. Aerdts, A. I. R. Maas, E. F. M. Wijdicks, H. a. van Leiden, A. J. Hoitsma, B. Kremer, and E. J. O. Kompanje, "Imminent brain death: point of departure for potential heart-beating organ donor recognition," *Intensive Care Medicine*, vol. 36, no. 9, pp. 1488–1494, 2010.

[15] S. Leppke, T. Leighton, D. Zaun, S. C. Chen, M. Skeans, A. K. Israni, J. J. Snyder, and B. L. Kasiske, "Scientific Registry of Transplant Recipients: Collecting, analyzing, and reporting data on transplantation in the United States," *Transplantation Reviews*, vol. 27, no. 2, pp. 50–56, 2013.

[16] K. Beaver, *Healthcare information systems*. CRC Press, 2002.

[17] S. V. Jardim, "The Electronic Health Record and its Contribution to Healthcare Information Systems Interoperability," *Procedia Technology*, vol. 9, pp. 940–948, 2013.

[18] M. Care, B. Chaudhry, J. Wang, S. Wu, M. Maglione, W. Mojica, E. Roth, S. C. Morton, and P. G. Shekelle, "Systematic Review : Impact of Health Information Technology on Quality , Efficiency , and Costs of Annals of Internal Medicine Improving Patient Care Systematic Review : Impact of Health Information Technology on Quality , Efficiency , and Costs of Medica," no. January, 2006.

[19] Portal da Codificação e dos GDH - Ministério da Saúde, "Sonho," acedido a: 2015-10-10. [Online]. Available: http://portalcodgdh.min-saude.pt/index.php/SONHO

[20] Serviços Partilhados do Ministério da Saúde, "Hospitais do norte e centro são os primeiros a usar o sclínico," acedido

a: 2015-10-10. [Online]. Available: http://spms.min-saude.pt/2013/10/hospitais-do-norte-e-centro-sao-os-primeiros-a-usar-o-sclinico/

[21] Capgemini Portugal, Serviço de Consultoria e Informática, S.A., "Definição da arquitectura de interoperabilidade dos sistemas de informação integrada na saúde: Relatório de características, requesitos e práticas," 2009.

[22] Institute of Electrical and Eletronics Engineers, "Standards glossary," acedido a: 2015-10-10. [Online]. Available: https://www.ieee.org/education_careers/education/standards/standards_glossary.html

[23] Health Information and Management Systems Society, "What is interoperability," acedido a: 2015-10-10. [Online]. Available: http://www.himss.org/library/interoperability-standards/what-is-interoperability

[24] L. Cardoso, F. Marins, F. Portela, M. Santos, A. Abelha, and J. Machado, "The Next Generation of Interoperability Agents in Healthcare," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 11, no. 5, pp. 5349–5371, 2014.

[25] T. Benson, *Principles of health interoperability HL7 and SNOMED*. Springer Science & Business Media, 2012.

[26] Health Level Seven International, "About hl7," acedido a: 2015-10-10. [Online]. Available: http://www.hl7.org/about/index.cfm?ref=nav

[27] International Health Terminology Standards Development Organisation, "What is snomed ct," acedido a: 2015-10-10. [Online]. Available: http://www.ihtsdo.org/snomed-ct/what-is-snomed-ct

[28] National Electrical Manufacturers Association, "About dicom," acedido a: 2015-10-10. [Online]. Available: http://dicom.nema.org/Dicom/about-DICOM.html

[29] R. Rezaei, T. K. Chiew, S. P. Lee, and Z. Shams Aliee, "Interoperability evaluation models: A systematic review," *Computers in Industry*, vol. 65, no. 1, pp. 1–23, 2014.

[30] A. Tolk, S. Y. Diallo, and C. D. Turnitsa, "Applying the Levels of Conceptual Interoperability Model in Support of Integratability , Interoperability , and Composability for System-of-Systems Engineering," *Journal of Systemics, Cybernetics and Informatics*, vol. 5, no. 5, pp. 65–74, 2007.

[31] H. Gomes, J. P. Cunha, and A. Zúquete, "Authentication architecture for ehealth professionals," in *On the Move to Meaningful Internet Systems 2007: CoopIS, DOA, ODBASE, GADA, and IS*. Springer, 2007, pp. 1583–1600.

[32] R. J. Cruz-Correia, "Implementation, monitoring and utilization of an integrated hospital information system–lessons from a case study," *MedInfo*, vol. 2010, pp. 238–241, 2010.

[33] Serviço de Bioestatística e Informática Médica, "Informação clínica do utente," acedido a: 2015-10-11. [Online]. Available: http://epr.med.up.pt/icu/

[34] J. Machado, A. Abelha, J. Neves, and M. Santos, "Ambient intelligence in medicine," *2006 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference*, pp. 94–97, 2006.

[35] M. Cynthia McKinney, P. FHIMSS, and R. Ray Hess, *Implementing business intelligence in your healthcare organization*. HIMSS Books, 2012.

[36] B. Sahay and J. Ranjan, "Real time business intelligence in supply chain analytics," *Information Management & Computer Security*, vol. 16, no. 1, pp. 28–48, 2008.

[37] H. J. Watson and B. H. Wixom, "The current state of business intelligence," *Computer*, vol. 40, no. 9, pp. 96–99, 2007.

[38] C. Baragoin, M. Marini, C. Morgan, and O. Mueller, "Building the operational data store on DB2 UDB," *San Jose, California: IBM*, p. 360, 2001.

[39] P. V. Virparia, S. H. Buch, and R. F. Parabia, "Trade and Tricks : Traditional vs . Virtual Data Warehouse 2 . The benefits and risks involved in EDW and VDW :," vol. 2, no. iv, pp. 220–224, 2010.

[40] S. Purba, *Handbook of Data Management1999 Edition*. CRC Press, 1999.

[41] A. Gravic, "The Evolution of Real-Time Business Intelligence and How To Achieve It Using Gravic Shadowbase ®," 2013.

[42] R. A. Greenes, *Clinical decision support: the road ahead*. Academic Press, 2011.

[43] I. Sim, P. Gorman, R. a. Greenes, R. B. Haynes, B. Kaplan, H. Lehmann, and P. C. Tang, "Clinical decision support systems for the practice of evidence-based medicine." *Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA*, vol. 8, no. 6, pp. 527–34, 2001.

[44] E. Berner, "Clinical decision support systems: state of the art," *Agency for Healthcare Research and Quality*, no. 09, pp. 4–20, 2009.

[45] M. M. Abbasi and S. Kashiyarndi, "Clinical Decision Support Systems: A discussion on different methodologies used in Health Care," *Report*, pp. 1–15, 2010.

[46] E. S. Berner, *Clinical decision support systems: theory and practice*. Springer Science & Business Media, 2007.

[47] M. Brydon-miller, D. Greenwood, and P. Maguire, "Why Action Research?" vol. 1, no. 1, pp. 9–27, 2009.

[48] World Health Organization, "International classification of diseases (icd)," acedido a: 2015-10-17. [Online]. Available: http://www.who.int/classifications/icd/en/

[49] Portal da Codificação Clínica e dos GDH, "Classificação internacional de doenças, 9ª revisão, modificação clínica (cid-9-mc)," acedido a: 2015-10-17. [Online]. Available: http://goo.gl/pZgKkp

[50] Oracle, "Database concepts," acedido a: 2015-10-17. [Online]. Available: https://docs.oracle.com/cd/E11882_01/server.112/e40540/intro.htm#CNCPT001

[51] G. S. Martin, "The essential nature of healthcare databases in critical care medicine," *Critical Care*, vol. 12, no. 5, p. 176, 2008.

[52] Oracle, "Mysql," acedido a: 2015-10-17. [Online]. Available: https://www.mysql.com

[53] ——, "Sql server 2014," acedido a: 2015-10-17. [Online]. Available: http://www.microsoft.com/pt-pt/server-cloud/products/sql-server/

[54] Firebird, "About firebird," acedido a: 2015-10-17. [Online]. Available: http://www.firebirdsql.org/en/about-firebird/

[55] Oracle, "Oracle technology network developer day," acedido a: 2015-10-17. [Online]. Available: http://www.oracle.com/technetwork/database/enterprise-edition/databaseappdev-vm-161299.html

[56] ——, "Welcome to virtualbox.org!" acedido a: 2015-10-17. [Online]. Available: https://www.virtualbox.org

[57] IBM, "Advantages of java," acedido a: 2015-10-17. [Online]. Available: https://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/#!/ssw_aix_61/com.ibm.aix.performance/advantages_java.htm

[58] Oracle, "Essentials, part 1, lesson 1: Compilling & running a simple program," acedido a: 2015-10-17. [Online]. Available: http://www.oracle.com/technetwork/java/compile-136656.html#platform

[59] ——, "Java platform, standard edition 8 api specification," acedido a: 2015-10-17. [Online]. Available: https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/

[60] ——, "Netbrans ide - the smarter and faster way to code," acedido a: 2015-10-17. [Online]. Available: https://netbeans.org/features/index.html

[61] J. Plekhanova, "Evaluating web development frameworks: Django, Ruby on Rails and CakePHP," *Institute for Business and Information Technology*, no. September, p. 20, 2009.

[62] A. Pereira, V. Cogo, and A. Charao, "Frameworks para Desenvolvimento Rápido de Aplicações Web: um Estudo de Caso com CakePHP e Django," *Workshop de Software Livre (WSL)*, 2009.

[63] Django Software Foundation, "Django documentation," acedido a: 2015-10-17. [Online]. Available: https://docs.djangoproject.com/en/1.8/

[64] Django-tables2, "An app for creating html tables," acedido a: 2015-10-17. [Online]. Available: https://django-tables2.readthedocs.org/en/latest/

[65] JetBrains, "The most intelligent python ide," acedido a: 2015-10-17. [Online]. Available: https://www.jetbrains.com/pycharm/

[66] Bootstrap, "Bootstrap," acedido a: 2015-10-17. [Online]. Available: http://getbootstrap.com

[67] Mike Bostock, "Data-driven documents," acedido a: 2015-10-17. [Online]. Available: http://d3js.org

[68] Novus Partners , "Nvd3 re-usabe charts for d3.js," acedido a: 2015-10-17. [Online]. Available: http://nvd3.org

[69] Janalta Interactive Inc., "Proof of concept (poc)," acedido a: 2015-10-20. [Online]. Available: https://www.techopedia.com/definition/4066/proof-of-concept-poc

[70] SystemITS, IT Data Center Solutions, "Prova de conceito," acedido a: 2015-10-20. [Online]. Available: http://www.systemits.com/pt/solucoes/data-security/12-site-portugues/paginas-pt/institucional/67-prova-de-conceito

[71] S. Ghazinoory, M. Abdi, and M. Azadegan-Mehr, "SWOT Methodology: A State-of-the-Art Review for the Past, A Framework for the Future," *Journal of Business Economics and Management*, vol. 12, no. 1, pp. 24–48, 2011.

[72] V. Renault, "Swot analysis: Strengths, weaknesses, opportunities, and threats," acedido a: 2015-10-20. [Online]. Available: http://ctb.ku.edu/en/table-of-contents/assessment/assessing-community-needs-and-resources/swot-analysis/main

[73] G. J. Hay and G. Castilla, "Object-Based Image Analysis: Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT)," *OBIA, 2006: The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, p. 3, 2006.

[74] R. S. Silva and R. C. Freitas, "Estudo da usabilidade nos Ambientes Virtuais de Aprendizagem : Moodle e WebAula," *Faculdade Integrada do Ceará, Fortaleza*, 2008.

[75] J. Nielsen, "Ten usability heuristics," 2005.

Apêndice A

Diagnósticos

Tabela A.1: Excerto da tabela *Organite_Diag* contendo os códigos CID9 e expressões regulares utilizados pela plataforma para identificar possíveis dadores de órgãos.

CID9	**Expressões Regulares**
800	(?i) (.*) ((Fractura) | (Fratura) | (Fracturas) | (Fraturas)) (.+?) ((clavícula) | (clavicula)) (.*)
801	(?i) (.*) ((Fractura) | (Fratura) | (Fracturas) | (Fraturas)) (.+?) ((crânio) | (cranio)) (.*)
804	(?i) (.*) ((Fractura) | (Fracturas) | (Fratura) | (Fractura)) (.+?) ((face) | (rosto)) (.*)
850	(?i) (.*) ((Concussão) | (Concussao)) (.+?) ((cérebro) | (cerebro)) (.*)
851	(?i) (.*) ((Laceração) | (Laceracao) | (Laceraçao) | (Laceracão)) (.+?) ((contusão) | (contusao)) (.+?) ((cerebral) | (cerebrais)) (.*)
852	(?i) (.*) ((Hemorragia) | (Hemorragias)) (.+?) ((subaracnóidea) | (subaracnoidea) | (subdural) | (extradural)) (.*)
853	(?i) (.*) ((Hemorragia) | (Hemorragias)) (.+?) ((intracraniana) | (intracranianas)) (.*)
854	(?i) (.*) ((Lesão) | (Lesao) | (Lesões) | (Lesoes)) (.+?) ((intracraniana) | (intracranianas)) (.*)
803	(?i) (.*) (Traumatistmo) (.+?) ((creaneoencefálico) | (creaneoencefalico)) (.*)
430	(?i) (.*) ((Hemorragia) | (Hemorragias)) (.+?) ((subaracnóidea) | (subaracnoidea)) (.*)
431	(?i) (.*) ((Hemorragia) | (Hemorragias))(.+?) ((intracraniana) | (intracranianas)) (.*)
432	(?i) (.*) ((Acidente vascular cerebral) | (AVC) | (A V C)) (.*)
433	(?i) (.*) ((Oclusão) | (Oclusao) | (estenose)) (.+?) ((arterias) | (artérias)) (.+?) ((pré-cerebrais) | (pre-cerebrais) | (pre cerebrais) | (pré cerebrais) | (cerebrais)) (.*)
434	(?i) (.*) ((Oclusão) | (Oclusao))(.+?) ((artérias) | (arterias)) (.+?) (cerebrais) (.*)
436	(?i) (.*) ((Doença) | (Doenca))(.+?) ((cerebral) | (cerebrovascular)) (.+?) (aguda) (.*)
191	(?i) (.*) (Tumor) (.+?) (maligno) (.+?) ((encéfalo) | (encefalo)) (.*)
192	(?i) (.*) (Tumor) (.+?) (maligno) (.+?) (nervoso) (.*)
225	(?i) (.*) (Tumor) (.+?) (benigno) (.+?) ((encéfalo) | (encefalo) | (nervoso)) (.*)
3481	(?i) (.*) (Dano) (.+?) (cerebral) (.*)

Apêndice B

Dashboards



Figura B.1: *Dashboard* contador de entradas nas últimas 24 horas.

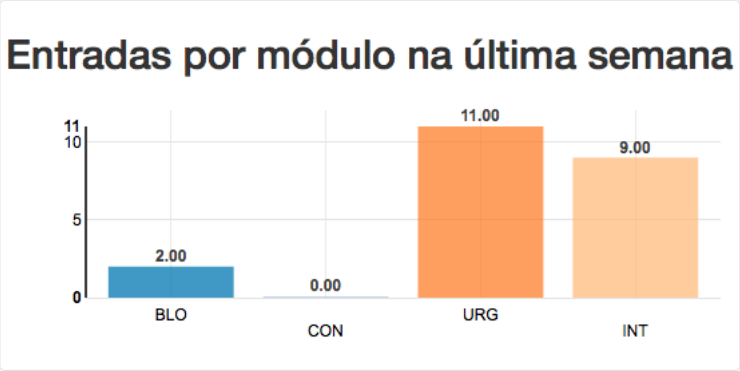


Figura B.2: *Dashboard* relativo a entradas por módulo na última semana.

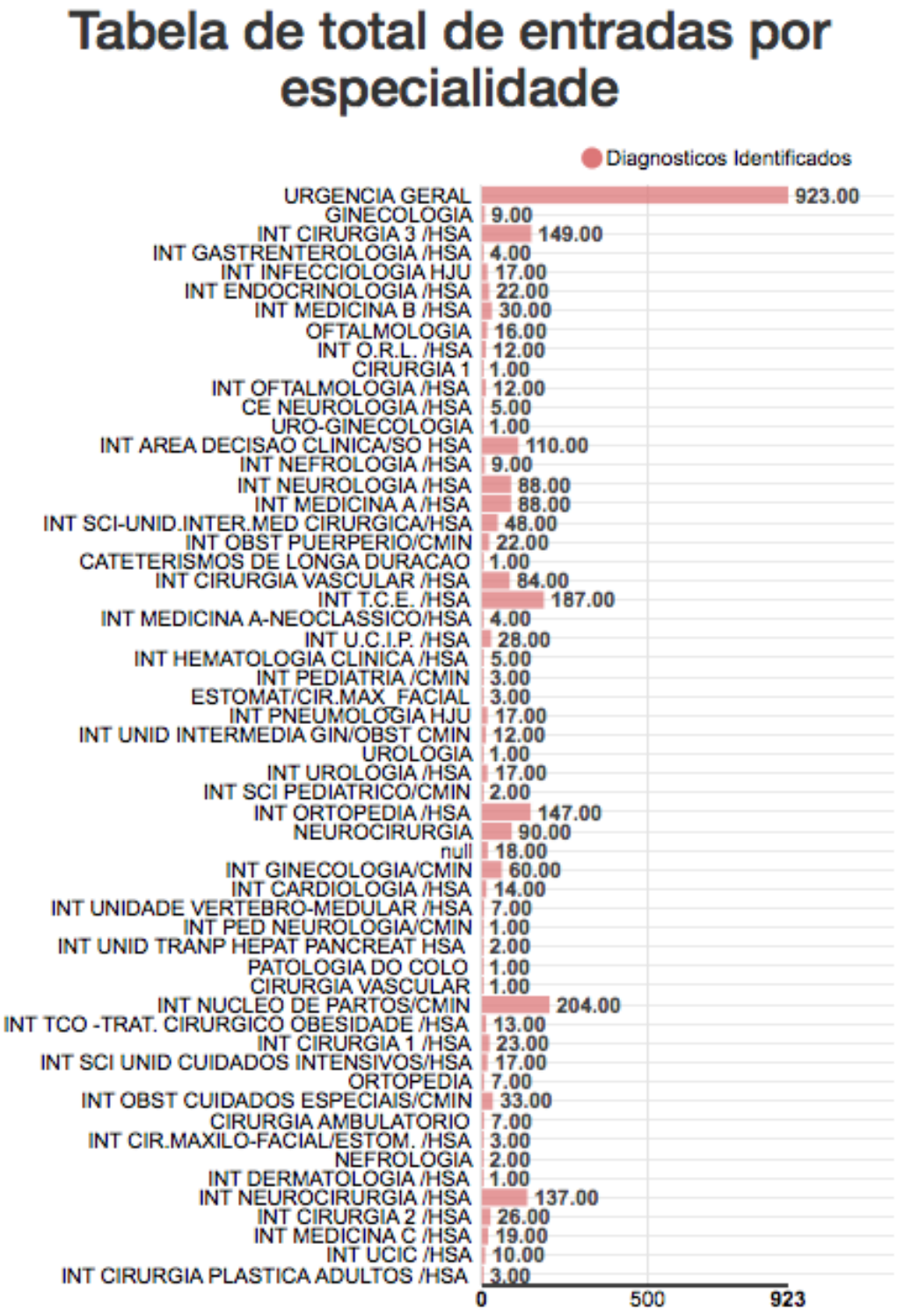


Figura B.3: Tabela resumo com total de entradas por especialidade.

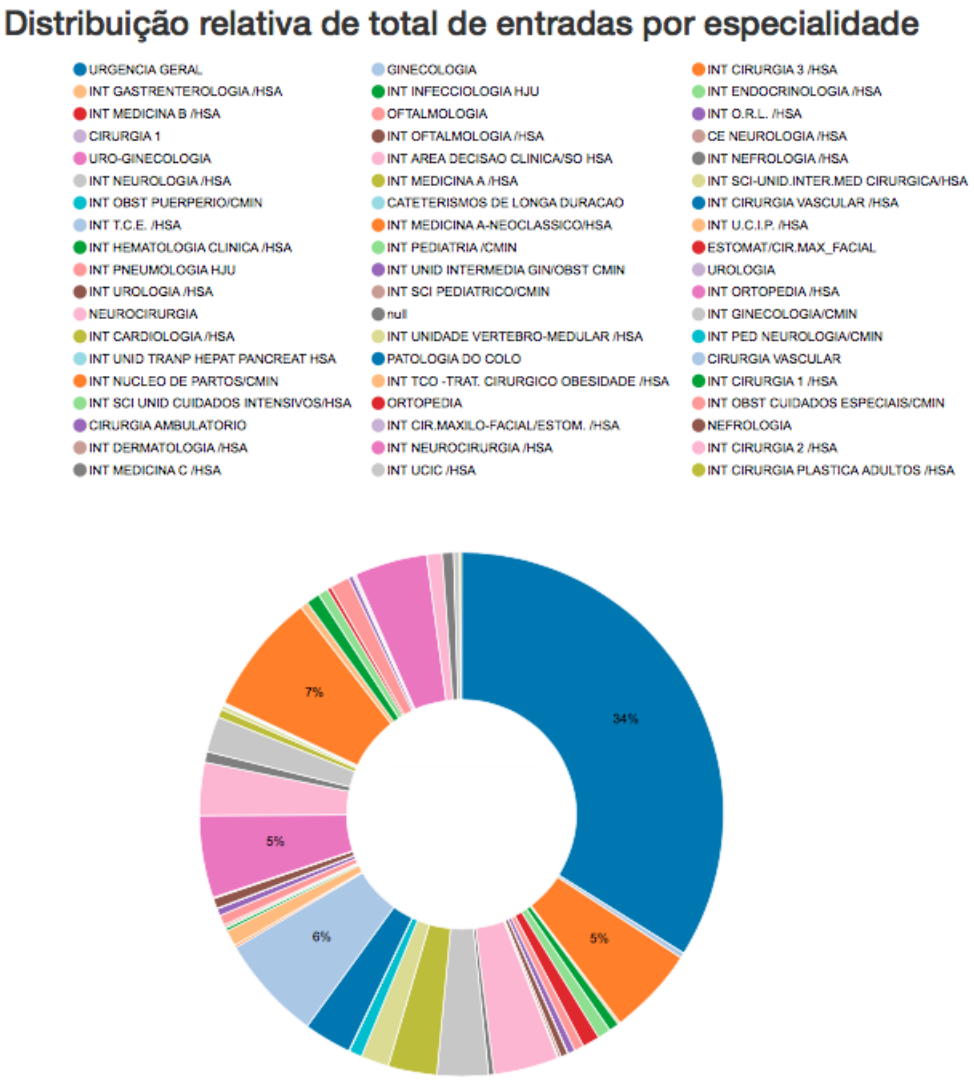


Figura B.4: *Dashboard* com distribuição total relativa de entradas por especialidade.

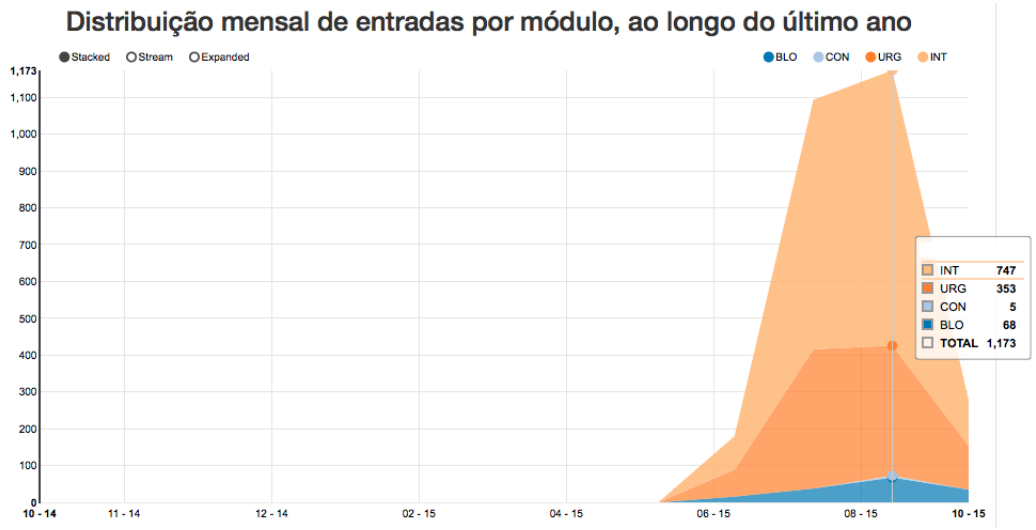


Figura B.5: *Dashboard* com distribuição mensal de entradas por módulo, ao longo do último ano (vista empilhada).

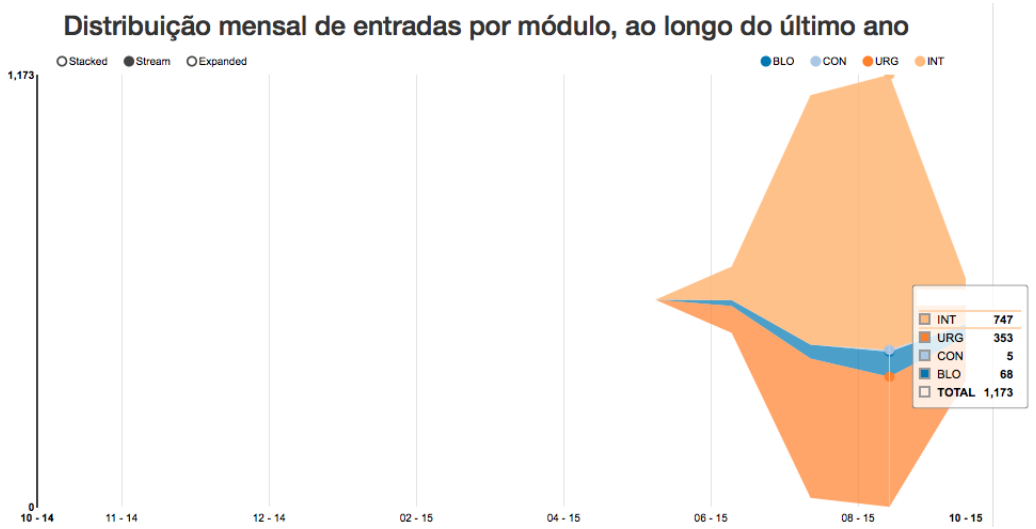


Figura B.6: *Dashboard* com distribuição mensal de entradas por módulo, ao longo do último ano (vista fluxo).

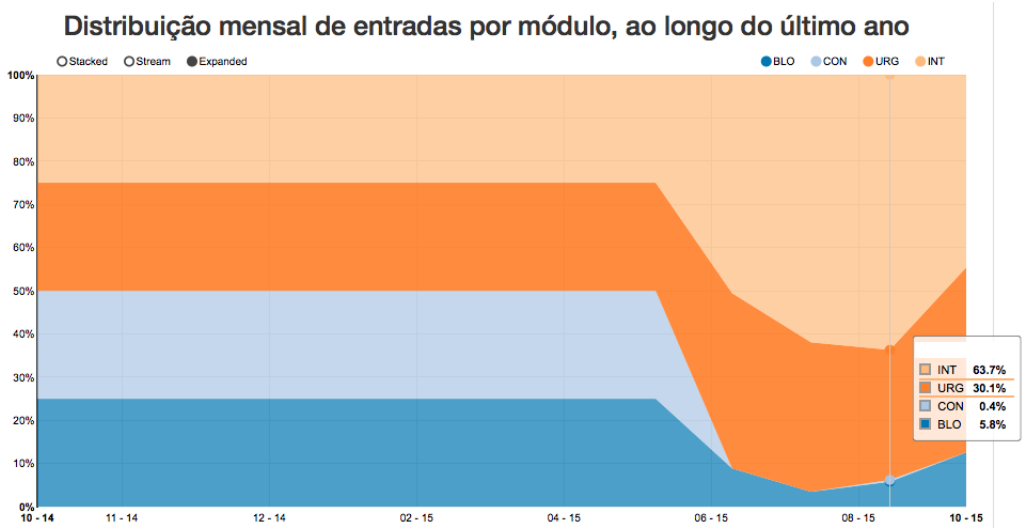


Figura B.7: *Dashboard* com distribuição mensal de entradas por módulo, ao longo do último ano (vista relativa).

Apêndice C

Publicações

C.1 Prediction of organ donation after irreversible brain damage

Autores: Luís Torres, Henrique Vicente, Paulo Novais, António Abelha, José Neves

Livro/Editora: Future Communication Technology and Engineering, Kennis Chan (ed). CRC Press.

Ano: 2015

Estado: Publicado

Abstract: An assessment of a patient, who may die within one hour following the removal of life-sustaining care, is the key to a successful donation of organs after cardiac death. Indeed, the accurate prediction of potential organ donation is paramount, due to the narrow time window in which different tasks must be done in parallel, and in a quick and effective way. In this work, it is stated that through a novel approach to knowledge representation and reasoning, based on an extension to the language of Logic Programming, and complemented with a view to computing based on Artificial Neural Networks, it is possible to determine if a patient who suffers from irreversible brain damage may stand as a future candidate for organ

donation.

Keywords: Prediction of organ donation, brain damage, knowledge representation and reasoning, logic programming, artificial neural networks

C.2 Predicting Triage Waiting Time in Maternity Emergency Care by means of Data Mining

Autores: Sónia Pereira, Luís Torres, Filipe Portela, Manuel F. Santos, José Machado, António Abelha

Conferência: 4th World Conference on Information Systems and Technologies (WorldCist'16)

Livro/Editora: Advances in Intelligent Systems and Computing. Springer.

Ano: 2016

Estado: Submetido

Abstract: Healthcare organizations often benefit from information technologies as well as embedded decision support systems, which improve the quality of services and help preventing complications and adverse events. In Centro Materno Infantil do Norte (CMIN), the maternal and perinatal care unit of Centro Hospitalar of Oporto (CHP), an intelligent pre-triage system is implemented, aiming to prioritize patients in need of gynaecology and obstetrics care in two classes: urgent and consultation. The system is designed to evade emergency problems such as incorrect triage outcomes and extensive triage waiting times. The current study intends to improve the triage system, and therefore, optimize the patient workflow through the emergency room, by predicting the triage waiting time comprised between the patient triage and their medical admission. For this purpose, data mining (DM) techniques are induced in selected information provided by the information technologies implemented in CMIN. The DM models achieved accuracy values of approximately 94% with a five range target distribution, which not only allow obtaining confident prediction models, but also identify the variables that stand as direct inducers to the triage waiting times.

Keywords: Data Mining, Real data, Obstetrics Care, Maternity Care, Gynaecology and Obstetrics Care, Emergency Room, Triage Systems, Triage

Waiting Time, Interoperability, Intelligence Decision Support System

Apêndice D

Glossário

Machine Learning Capacidade que faz com que os computadores funcionem de forma natural, sem que pareçam programados para tal. Tal é conseguido através do estudo e construção de algoritmos baseados em inteligência artificial que permitem efetuar previsões. 21

dashboard Correspondem a ferramentas de análise simples e rápida de indicadores importantes, geralmente sobre a forma de gráficos, mas podendo assumir muitas formas. 17, 25, 32, 36, 54, 55, 57, 66

data mart Consiste numa sub-divisão de um *data warehouse* contendo apenas informação orientada para uma área específica. 17, 19

data mining processo computacional que permite identificar padrões em grandes conjuntos de dados utilizando os mais variados métodos de sistemas de aprendizagem e extração de conhecimento. 15–17

debug Processo de encontrar e reduzir o número de erros presentes no código numa aplicação ou sistema informáticos. 29

driver *Software* que permite ao computador comunicar com o *hardware* ou outros dispositivos. 29, 45

framework Estrutura de suporte definida para auxiliar a organização e o desenvolvimento de um projeto de *software*. Pode incluir programas de suporte, bibliotecas de código, *scripts* ou outros *softwares* para auxiliar o desenvolvimento de um projeto. 6, 25, 29–31, 50, 53, 54, 59, 61, 66

hardware Corresponde aos componentes físicos que constituem um sistema.

11

metadata Informações sobre os dados, geralmente em termos estruturais e descritivos, como por exemplo informação sobre o tipo de dados armazenados. 50

middleware Corresponde ao *software* que atua como mediador entre vários programas. 16, 18

multi-thread Capacidade de correr vários *threads* simultaneamente, sendo que *thread* corresponde à menor sequência de instruções que pode ser geridas pelo sistema operativo de forma independente. 28, 50

open source Significa que o código é disponibilizado - código aberto, permitindo a reutilização/desenvolvimento por parte de várias pessoas. 27, 29, 31

profile Análise do código e recursos em tempo real enquanto o programa está a ser executado. 29

software Sequência de instruções a serem executadas pela máquina de forma a realizar tarefas específicas. 9, 11, 15, 21, 24, 27, 28, 71

spreadheet Aplicação interativa que permite organizar e analisar informação de uma forma tabular. 16

subject oriented Técnica de programação que consiste em criar classes que descrevam objetos como "sujeitos". 16

web service Método de comunicação entre dois sistemas numa rede através de standards, contribuindo para interoperabilidade entre sistemas. 24, 28, 35, 36, 52

web Sistema de documentos ligados através de hipermédia (hiperligações em forma de texto, vídeo, som e outras animações digitais) interligados e executados através da Internet. 5, 15, 24, 29, 31, 35, 36, 45, 49, 50, 53, 66, 72, 78

dimensão Estrutura que organiza factos e medidas, de forma a poderem ser utilizados para responder a questões de negócio. 16

episódio Corresponde ao conjunto de acontecimentos registados que vão desde o momento em que um paciente é admitido até ter alta, num determinado contexto. 8, 9

Escala de *Likert* Escala de resposta psicométrica habitualmente utilizada em questionários para averiguar a opinião de indivíduos. 74

expressão regular Linguagem formal que possibilita uma forma precisa e flexível de identificar cadeias de carateres de interesse, como padrões, palavras ou carateres particulares. 26, 28

lógica difusa Extensão da lógica booleana que admite a existências de valores lógicos intermediários entre o "falso"e "verdadeiro". 21