



**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

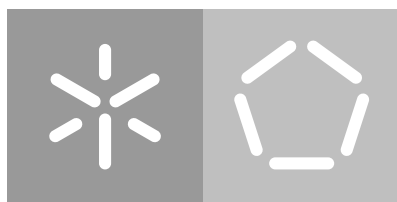
Departamento de Informática

Daniela Sofia Rijo Oliveira

## **Plataforma de Apoio à Prática de Cuidados de Enfermagem em Contexto Hospitalar**

Junho 2017





**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Departamento de Informática

Daniela Sofia Rijo Oliveira

## **Plataforma de Apoio à Prática de Cuidados de Enfermagem em Contexto Hospitalar**

Dissertação de Mestrado em Informática Médica  
Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica

Trabalho realizado sob orientação de  
**Professor Doutor António Carlos da Silva Abelha**

E coorientação de  
**Doutor Júlio Miguel Marques Duarte**

Junho 2017

---

## DECLARAÇÃO

---

**Nome:** Daniela Sofia Rijo Oliveira

**Endereço eletrónico:** daniela777@live.com.pt

**Título da Dissertação:** *Plataforma de Apoio à Prática de Cuidados de Enfermagem em Contexto Hospitalar*

**Orientadores:** António Carlos da Silva Abelha, Júlio Miguel Marques Duarte

**Ano de conclusão:** 2017

**Designação do Mestrado:** Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica

**Ramo:** Informática Médica

Declaro que concedo à Universidade do Minho e aos seus agentes uma licença não exclusiva para arquivar e tornar acessível, nomeadamente através do seu repositório nas condições abaixo indicadas, a minha dissertação, no todo ou em parte, em suporte digital.

Declaro que autorizo a Universidade do Minho a arquivar mais de uma cópia da dissertação e a, sem alterar o seu conteúdo, converter a dissertação para qualquer formato ou suporte, para efeitos de preservação e acesso.

Retenho todos os direitos de autor relativos à dissertação e o direito de a utilizar em trabalhos futuros.

Autorizo a reprodução desta dissertação para efeitos de investigação mediante declaração escrita do interessado, que a tal se compromete.

Universidade do Minho, \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_



---

## AGRADECIMENTOS

---

Depois de uma longa etapa de cinco anos, o presente projeto marca o encerramento de mais um ciclo. Ao longo de todo este tempo contei com vários pilares, aos mais diversos níveis, e por isso, tenho de deixar alguns agradecimentos.

Primeiramente, gostaria de agradecer ao meu orientador, Professor Doutor António Abelha, por estar sempre presente e disponível, ao longo deste ano, o meu muito obrigada pelo seu apoio e incentivo.

Ao meu coorientador Doutor Júlio Duarte que sempre me acompanhou e mostrou total disponibilidade em auxiliar-me ao longo de todo o projeto, evidenciando sempre o seu apoio e desmistificando algumas inseguranças minhas durante esta etapa.

Direciono um agradecimento também ao Professor Doutor José Machado por se mostrar sempre disponível a ajudar-me em qualquer situação, e pelas suas sugestões construtivas ao longo do projeto.

O projeto apenas foi possível com a colaboração do Centro Hospitalar do Porto e de todos os profissionais envolvidos, a eles um muito obrigado.

À minha família que são o meu pilar em todas as situações da minha vida, e esta não seria exceção, o meu agradecimento mais sentido. Em especial ao meu pai e à minha mãe que sempre acreditaram em mim, e me ajudaram a superar os momentos mais difíceis que fui tendo ao longo de todo este percurso académico. Ao meu avô materno, que embora já não esteja comigo fisicamente, está sempre presente.

Um obrigada especial ao meu namorado Bruno, que sempre me apoiou e esteve comigo nos bons e nos maus momentos, obrigada pela tua paciência e por todo o apoio ao longo desta longa etapa.

Por fim, gostaria de deixar um obrigado aos meus amigos, sem eles esta etapa teria sido, certamente, mais dolorosa: Raquel Ferreira, Rita Duarte, Pedro Nuno Fernandes, Cármina Azevedo, Paulo Felix, Andreia Silveira, Eduardo Direito e Ana Teixeira.



---

## ABSTRACT

---

Hospital inpatient care comprises one of the most demanding services in health institutions when providing a careful and continuous healthcare assistance. Such demands require constant update of the patients' electronic health record allied with support systems responsible for monitoring their clinical information.

In this context, this dissertation presents a new web platform for daily monitoring of patients, designed to be used by health professionals, especially nurses. The application is based on React, an open-source JavaScript library for building UI (user interfaces).

The new platform consists of two main components: a nursing frame that contains information for all inpatients in a health unit. This component is based on indicators, with the main objective of alerting future actions (Exams, Analysis, Medication, Diets, Fasting and Surgeries), in relation to each patient. The other component is called a clinical internment registry and contains all the information about the above-mentioned actions. These actions can be passed or future, allowing the consultation of the history of a certain episode of hospitalization. It should be noted that the platform must adapt to each health unit and its main needs.





---

## RESUMO

---

Nas instituições de saúde, um dos serviços mais exigentes em termos de prestação de cuidados de saúde contínuos e atenção por parte dos profissionais, é o serviço de internamento hospitalar. Aqui existe uma constante necessidade de informações atualizadas sobre o registo clínico eletrónico do paciente, através de sistemas de apoio ao ato clínico facilmente utilizáveis.

Neste contexto, a presente dissertação apresenta uma nova plataforma *web* para a monitorização diária de pacientes, projetada para ser usada por profissionais de saúde, especialmente enfermeiros. A aplicação é baseada em React, uma *Library Open Source* de JavaScript, para criar *User Interfaces* (UI).

A nova plataforma é constituída por duas principais componentes: Um quadro de enfermagem que contém informação de todos os pacientes internados, numa unidade de saúde, num determinado momento. Este quadro baseia-se em indicadores, com o principal objetivo de alertar ações futuras (Exames, Análises, Medicação, Dietas, Jejum e Cirurgias), relativamente a cada paciente. A outra componente designa-se por registo clínico de internamento e contém todas as informações sobre as ações supramencionadas. De notar que cada unidade de saúde deverá adaptar a plataforma às suas principais necessidades.



---

## CONTEÚDO

---

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Contextualização e Enquadramento	1
1.2	Motivação	5
1.3	Objetivos	6
1.4	Organização do Documento	7
2	ESTADO DA ARTE	9
2.1	Sistemas de Informação Hospitalar	9
2.2	Interoperabilidade	13
2.3	Sistemas de Apoio à Decisão Clínica	17
2.4	Business Intelligence	19
3	METODOLOGIAS DE INVESTIGAÇÃO E TECNOLOGIAS	23
3.1	Metodologia Case Study	23
3.2	Metodologia Design Science Research	24
3.3	Metodologia Proof of Concept	27
3.4	Tecnologias de Investigação	27
3.4.1	Revisão da Literatura	28
3.4.2	Entrevistas	29
3.4.3	Questionários	30
3.5	Bibliotecas e Linguagens de Programação	33
3.5.1	JavaScript	33
3.5.2	Frameworks e <i>Libraries</i>	34
3.5.3	Web Service	37
3.5.4	Programação em Base de Dados	39
4	PLATAFORMA DE APOIO À PRÁTICA DE CUIDADOS DE ENFERMAGEM EM CONTEXTO HOSPITALAR	41
4.1	Descrição	41
4.2	Arquitetura	44
4.3	Fontes de Dados	46
4.4	Base de Dados	50

**x**    **Conteúdo**

4.5	Aplicação	55
5	PROVA DE CONCEITO	61
5.1	Análise SWOT	61
5.2	Technology Acceptance Model (TAM)	64
6	CONCLUSÕES	67
6.1	Principais Contributos	68
6.2	Perspetivas para Trabalho Futuro	68
A	QUESTIONÁRIO INICIAL	77
B	QUESTIONÁRIO FINAL	79
C	PUBLICAÇÕES	83
C.1	Improving Nursing Practice through Interoperability and Intelligence	83

---

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1	Classificação dos Erros Clínicos [2].	2
Figura 2	Componentes que constituem a estrutura de gestão necessária para a implementação de um SIH [14].	10
Figura 3	Principais processos funcionais ao longo do episódio de internamento [15, 16].	11
Figura 4	Principais níveis da interoperabilidade [18].	13
Figura 5	Principais barreiras, apontadas pelas ACOs, ao uso das TI na saúde, em 2014 [20].	14
Figura 6	Estrutura de um Sistema Multi-Agente. Adaptado de [21].	15
Figura 7	Arquitetura da plataforma AIDA. Adaptado de [23].	16
Figura 8	Principais características de um SADC eficiente, segundo [26].	17
Figura 9	Arquitetura de um sistema BI. Adaptado de [33].	19
Figura 10	Modelo da Metodologia DSR. Adaptado de [39].	25
Figura 11	Modelo cíclico da Metodologia DSR, segundo [42].	26
Figura 12	Resultado das respostas às questões presentes no questionário efetuado.	32
Figura 13	Percentagem sobre o estudo de interesse e satisfação dos inquiridos. Adaptado de [51].	34
Figura 14	Comparação do interesse internacional entre React e Angular . Adaptado de [52].	35
Figura 15	Fluxo de dados através da combinação de Redux com React.	36
Figura 16	Processo de sincronização de dados entre os diferentes SGBD.	39
Figura 17	Ilustração da plataforma disponível para visualização na sala de enfermagem da unidade de Cardiologia do CHP.	43
Figura 18	Ilustração da plataforma disponível para <i>Tablets</i> , podendo ser consultada em outros dispositivos móveis, independentemente do sistema operativo.	44
Figura 19	Arquitetura da plataforma de Apoio à Prática de Cuidados de Enfermagem em Contexto Hospitalar.	45

Figura 20	Sequência efetuada para obtenção de dados sobre os pacientes internados numa determinada especialidade.	46
Figura 21	Sequência efetuada para obtenção de dados sobre a localização dos pacientes internados numa determinada unidade de saúde do CHP.	46
Figura 22	Sequência efetuada para obtenção de dados sobre a localização dos pacientes internados numa determinada unidade de saúde do CHP.	47
Figura 23	Sequência efetuada para obtenção de dados sobre exames associados ao EPISODIO de cada paciente.	47
Figura 24	Sequência efetuada para obtenção de dados sobre análises associadas ao EPISODIO de cada paciente.	47
Figura 25	Sequência efetuada para obtenção de dados sobre o regime de dietas prescrito e associado ao EPISODIO de cada paciente.	48
Figura 26	Sequência efetuada para obtenção de dados sobre a medicação prescrita e associada ao EPISODIO de cada paciente.	48
Figura 27	Sequência efetuada para obtenção de dados sobre as tarefas e anotações diárias efetuadas pelos enfermeiros e associadas ao EPISODIO de cada paciente.	49
Figura 28	Sequência efetuada para obtenção de dados sobre as cirurgias associadas ao NUM_SEQ de cada paciente.	49
Figura 29	<i>Schema</i> do DW construído que funciona como suporte à aplicação desenvolvida.	53
Figura 30	Esquematização do Sistema Multi-Agente desenvolvido.	54
Figura 31	Página inicial com sistema de segurança <i>Login</i> associado.	55
Figura 32	Quadro de internamento da unidade de saúde de Cardiologia.	56
Figura 33	Página do Registo Clínico associado a um determinado paciente.	57
Figura 34	Página das Análises associadas ao registo de internamento de um determinado paciente.	58
Figura 35	Página dos Exames associados ao registo de internamento de um determinado paciente.	58
Figura 36	Página da Medicação associada ao registo de internamento de um determinado paciente.	59

Figura 37	Página das Dietas associadas ao registo de internamento de um determinado paciente.	59
Figura 38	Página das Cirurgias associadas ao registo de internamento de um determinado paciente.	60
Figura 39	Página das Tarefas Diárias associadas ao registo de internamento de um determinado paciente.	60
Figura 40	Ilustração da Matriz representativa das principais características da análise SWOT.	62





---

## ACRÓNIMOS

---

ACO	Accountable Care Organization
AIDA	Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica e Clínica
API	Application Programming Interface
BD	Base de Dados
BI	Business Intelligence
CHP	Centro Hospitalar do Porto
CRUD	Create, Read, Update, Delete
CS	Case Study
CSS	Cascading Style Sheets
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
DIS	Department Information System
DM	Data Mining
DSR	Design Science Research
DW	Data Warehouse
EA	Eventos Adversos
ETL	Extract, Transform and Load
GAF	Gestão de Apoio à Farmácia
HIMSS	Healthcare Information and Management Systems Society
HTML	HyperText Markup Language

HTTP HyperText Transfer Protocol

IM Informática Médica

IOM Institute of Medicine

IP Internet Protocol

JSON JavaScript Object Notation

LIS Laboratory Information System

MAT Modelo de Aceitação da Tecnologia

MVC Model-View-Controller

OLAP Online Analytical Processing

OMS Organização Mundial de Saúde

PCE Processo Clínico Eletrónico

PEM Prescrição Eletrónica Médica

REST REpresentational State Transfer

RIS Radiology Information System

SADC Sistema de Apoio à Decisão Clínica

SAM Sistema de Apoio Médico

SAPE Sistema de Apoio à Prática de Enfermagem

SGBD Sistema de Gestão de Bases de Dados

SI Sistema de Informação

SIS Sistema de Informação na Saúde

SIH Sistema de Informação Hospitalar

SMA Sistema Multi-Agente

SOAP Simple Object Access Protocol

SONHO Sistema de Gestão de Doentes Hospitalares  
SPMS Serviços Partilhados do Ministério da Saúde  
SQL Structured Query Language  
SWOT Strengths Weaknesses Opportunities and Threats  
TAR Teoria de Ação Racional  
TI Tecnologia de Informação  
URI Uniform Resource Identifier  
XML eXtensible Markup Language



---

## INTRODUÇÃO

---

O projeto descrito ao longo deste documento, consiste no desenvolvimento de uma nova Plataforma *Web* de *Business Intelligence* (BI), cuja *Front-end* foi desenvolvida através da JavaScript *framework* ReactJS. O seu principal objetivo é o apoio à decisão e à prática clínica em Internamento Hospitalar, nas diferentes Unidades de Saúde, em tempo real.

O presente projeto surgiu no âmbito da dissertação de mestrado do Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica da Universidade do Minho, na especialidade de Informática Médica.

Este capítulo subdivide-se em quatro subcapítulos, sendo o primeiro uma sucinta contextualização e enquadramento do tema escolhido (Secção 1.1), bem como as motivações que levaram à sua escolha (Secção 1.2). Os principais objetivos a atingir fruto da utilização da ferramenta desenvolvida, são descritos também neste capítulo (Secção 1.3). Por fim, será efetuada uma breve descrição da estrutura do documento, facilitando assim a sua leitura (Secção 1.4).

### 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E ENQUADRAMENTO

Hoje em dia é imprescindível o uso das Tecnologias de Informação (TI) nas mais diversas áreas, nomeadamente no setor da saúde. Aqui emerge a melhoria contínua da prestação de cuidados ao paciente. Aliado a este fator, a tomada de decisões clínicas tem de ser assertiva e eficiente. Para que isto seja possível, cada vez mais têm surgido novas ferramentas auxiliares que permitem um maior sucesso no ato clínico [1].

Cuidados de saúde de qualidade e, conseqüentemente, bons resultados, começam por garantir a segurança e o bem-estar do paciente. Tais responsabilidades são partilhadas por todos os profissionais de saúde, no entanto, os enfermeiros têm a obrigatori-

idade fundamental de garantir a segurança do doente, dada a sua presença constante no dia-a-dia do seu internamento.

Uma das principais preocupações da saúde ao nível mundial é a segurança do paciente em ambiente hospitalar, no sentido de melhorar a eficiência da prestação de cuidados de saúde, reduzindo possíveis atrasos e falhas que possam levar a outro tipo de consequências. Estas consequências podem traduzir-se numa percentagem considerável de erros clínicos que podem ser de vários tipos, dependendo do tipo de abordagem efetuada. Segundo [2], os erros podem ser ativos, cujo os impactos são imediatos ou podem ser latentes, em que os seus resultados são sentidos a longo prazo. Estes podem surgir numa das três etapas cognitivas do desenvolvimento de uma determinada ação, daí os erros clínicos poderem ter diferentes origens, tal como demonstrado na figura 1.

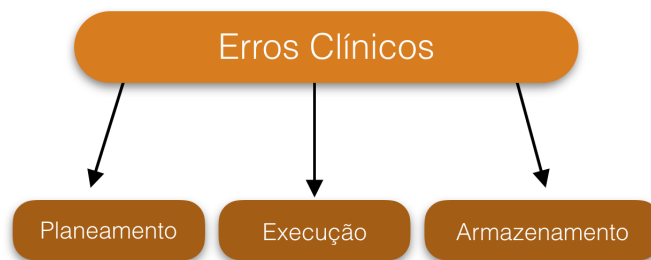


Figura 1.: Classificação dos Erros Clínicos [2].

De acordo com o modelo de causalidade do erro, abordado em [2] e designado por *Swiss Cheese*, em organizações complexas como hospitais, o erro ocorre devido a "furos" ou falhas nas múltiplas camadas de defesa, causando, consequentemente, resultados adversos aos pacientes.

O relatório do *Institute of Medicine* (IOM) dos Estados Unidos da América (EUA), demonstrado em [3], alertou o país para a grande problemática dos erros clínicos e lesões evitáveis que ocorrem todos os dias. O IOM estimou que cerca de 98 000 pessoas morrem anualmente nos EUA, devido a erros clínicos em hospitais. Comparativamente a outras principais causas de morte no país, esta origina um maior impacto na comunidade científica tornando-se um dos problemas públicos mais emergentes na atualidade. Já em 2015, um novo estudo foi efetuado no país, presente em [4], e revelou que 5% dos utentes nos EUA, ou seja, aproximadamente 12 Milhões de cidadãos, anualmente, são afetados por erros de diagnóstico. Estima-se que os erros médicos são a terceira causa de morte do país e custam mais de 17,1 Biliões de dólares por ano [3].

Em Portugal, o estudo da ocorrência de eventos adversos (EAs) nos hospitais, tem sido sistematicamente estudada. Um estudo efetuado em três hospitais na Região da Grande Lisboa revelou um taxa de incidência de 11,1% de EAs, dos quais 53,2% foram considerados evitáveis. A maior percentagem foi atribuída a procedimentos cirúrgicos, seguindo-se os erros de medicação e infeções hospitalares. Estes EAs resultaram em consequências para os pacientes lesados, e uma percentagem considerável (10,8%) foi associada a óbitos. Estas consequências não só afetaram o paciente mas também, ao prolongar o período de internamento, estimaram-se €470 380,00 de custos adicionais [5].

A constante dinâmica e alteração do estado clínico dos pacientes nas instituições de saúde é provavelmente uma das principais causas da ocorrência de EAs, e é de tal forma elevada que foi urgente encontrar pontes com outras áreas, nomeadamente com as TI. Este é um dos pontos bastante explorados pela Informática Médica, sendo também um desafio ao nível do seu desenvolvimento, implementação e manutenção [6].

O elevado número de profissionais envolvidos no ato clínico, aliado também à sua diversidade de formações académicas, levou à elevada automatização de serviços, desde os conhecidos Softwares Clínicos, que têm varias vantagens, entre outras, ao nível financeiro, administrativo, de recrutamento, até chegar à medicina propriamente dita, e aí o papel das plataformas desenvolvidas é crucial [7]. O seu principal objetivo é agilizar e apoiar a prestação de cuidados diretos ao paciente, sendo algumas delas direcionadas para o uso de um determinado grupo de profissionais, tais como médicos e enfermeiros.

Na Europa, o programa estratégico Health2020 organizado pela *World Health Organization* (WHO), em Portugal conhecida por Organização Mundial de Saúde (OMS), destaca os enfermeiros e o seu importante papel na melhoria da prestação dos cuidados de saúde, porque são eles que ao longo do episódio de internamento têm um contacto mais direto e constante com o paciente. A essência da enfermagem é “Cuidar”, ou seja, prestar cuidados com a maior qualidade possível para uma prática assertiva. Assim sendo, estes profissionais ficam responsáveis por fornecer serviços de saúde seguros, de alta qualidade e eficientes. Para que isto aconteça, todas as condições têm de ser reunidas, logo, um dos principais focos deste projeto é a equipa de enfermagem [8].



Um objetivo primordial na área das TI é a criação de sistemas intuitivos e de fácil utilização, interoperáveis entre si, cujo principal foco é o paciente. Por consequência, o acesso e controlo sobre os dados clínicos, num determinado momento, será imediato.

Assim, surgem os Sistemas de Informação Hospitalar (SIH), sistemas estes que tornam possível toda a interconexão hospitalar entre os diferentes subsistemas existentes numa instituição, que anteriormente atuavam isoladamente, e a sua consulta seria limitada. Esses subsistemas são, muitas vezes, criados por diferentes entidades e suportados por diferentes versões, o que pode gerar, de alguma forma, incompatibilidades a vários níveis. Por este motivo, o contexto de Interoperabilidade (2.2) é fundamental.

Por consequência, os SIH facilitam a comunicação entre os diferentes profissionais de saúde, e auxiliam também a tomada de decisão, o que leva a que a probabilidade de ocorrência de EAs diminua.

A informação disponível através dos SIH pode ser utilizada para diversas finalidades. Uma delas passa pela implementação de Sistemas de Apoio à Decisão Clínica (SADCs), que se designam por sistemas e programas computacionais projetados para auxiliar os profissionais de saúde na sua tomada de decisão [9]. Uma das ferramentas bastante utilizadas para desenvolver tais sistemas designa-se por *Business Intelligence* (BI) e consiste num aglomerado de ferramentas de manipulação e análise de dados, recorrendo a diversas metodologias, tecnologias e aplicações para agrupar, armazenar, manipular, analisar e facilitar o seu acesso. O volume de dados hospitalar justificou, ao longo do tempo, o uso desta metodologia [10].

## 1.2 MOTIVAÇÃO

O internamento hospitalar é o conjunto de serviços que presta cuidados de saúde aos pacientes que, após serem admitidos, residem nessa área, pelo menos, 24 horas. Assim sendo, o ambiente de internamento hospitalar em cada unidade de saúde é bastante dinâmico diariamente, o que implica vários esforços por parte dos profissionais de saúde, para a execução de boas práticas clínicas. Por consequência, este dinamismo pode muitas vezes levar à ocorrência de erros humanos, de diferentes naturezas.

O facto do orçamento hospitalar nas instituições ter de ser rigorosamente cumprido, muitas das vezes, leva a que a aquisição de equipamentos informáticos seja o mínimo possível, em cada unidade.

Cada unidade de saúde das diversas especialidades clínicas presentes numa instituição hospitalar, contém uma sala de enfermagem, onde os enfermeiros daquela unidade se reúnem para se organizarem entre si, planearem os turnos e consultarem constantemente o perfil atualizado dos pacientes internados nesse serviço. Aí a escassez de equipamentos e ferramentas informáticas, atualmente, é elevada, sentindo-se assim a necessidade de encontrar uma ferramenta e uma plataforma de fácil acesso para todos os enfermeiros.

A motivação deste projeto surgiu ao perceber as dificuldades sentidas pelos profissionais de uma determinada unidade de saúde, nomeadamente na unidade de saúde de Cardiologia do Centro Hospitalar do Porto (CHP), em aceder ao registo clínico atualizado do paciente num determinado momento, e muitas das vezes, à falta de informação que, *à priori*, teria de ser preenchida por outros profissionais, nomeadamente, ao nível da prescrição de análises, exames ou medicamentos ao paciente.

### 1.3 OBJETIVOS

Numa linha temporal, o desenvolvimento da ferramenta *Web de Business Intelligence* dividir-se-à em três grandes fases, com os seguintes objetivos em cada uma delas:

1. Criação de um armazenamento de dados com a informação relevante para o efeito, com base em:
  - Definir o tipo de informação prioritária considerada pelos profissionais de saúde, no episódio de internamento;
  - Análise e identificação dos diferentes SIH necessários para reunir toda a informação, assegurando interoperabilidade entre eles;
  - Desenvolver processos automáticos de identificação, extração e armazenamento de dados - *Extract, Transform and Load* (ETL), recorrendo a Sistemas Multi-Agentes.
2. Desenvolvimento de uma plataforma *Web*, incluindo:
  - Elaboração de uma Interface que vá de encontro ao esperado por parte dos utilizadores alvo;
  - Criação de uma área de autenticação de cada utilizador que, adaptando ao caso de estudo, cada unidade de saúde do CHP terá a si associada uma autenticação para aceder à plataforma;
  - Disponibilização de ferramentas de BI para análise e consulta de dados recolhidos, em tempo real.
3. Implementação da plataforma, inicialmente, num período limitado de testes e possíveis reajustes, perante as seguintes demandas:
  - Avaliação da sua performance;
  - Análise do seu impacto em ambiente real;
  - Análise *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Treats* (SWOT) do protótipo desenvolvido.

A longo prazo, as metas a atingir são as seguintes:

- Potencial redução da ocorrência erros clínicos (erros de medicação, erros de dosagem, erros de diagnóstico, entre outros) cometidos, através da informação clínica disponibilizada em tempo real;
- Apoiar os profissionais de saúde durante o episódio de internamento, reunindo informações relevantes e atualizadas sobre o paciente, introduzindo atributos relevantes perante o ato clínico;
- Aumentar a eficiência dos cuidados de saúde prestados;
- Melhorar a qualidade do atendimento ao paciente;
- Aplicação da plataforma desenvolvida nos diversos serviços hospitalares, sendo inicialmente testada no serviço de Cardiologia do CHP.

#### 1.4 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

O documento está organizado em 6 capítulos, com os seguintes conteúdos:

**CAPÍTULO 1** Secção introdutória sobre o projeto desenvolvido, onde é efetuada uma breve contextualização e enquadramento do problema encontrado e da solução escolhida.

**CAPÍTULO 2** Este capítulo é baseado na descrição e definição de alguns conceitos importantes para a compreensão dos capítulos posteriores, nomeadamente o conceito de Interoperabilidade, de Sistemas de Informação Hospitalar (SIH), *Business Intelligence* (BI), entre outros.

**CAPÍTULO 3** Aqui é efetuada uma descrição pormenorizada das metodologias e técnicas de Investigação utilizadas ao longo do projeto.

**CAPÍTULO 4** Descrição detalhada da Plataforma desenvolvida, bem como os resultados obtidos da sua implementação.

**CAPÍTULO 5** Apresentação da prova de conceito realizada relativamente às metodologias utilizadas no projeto, através de uma análise *Strengths Weaknesses Opportunities and Threats* (SWOT) à plataforma desenvolvida, bem como o estudo da aceitação da tecnologia (TAM);

CAPÍTULO 6 Este último e não menos importante capítulo é composto pelas conclusões tecidas em relação aos objetivos iniciais impostos, bem como os seus principais contributos e possíveis pontos para um trabalho futuro.

---

## ESTADO DA ARTE

---

O presente capítulo é fundamental para a compreensão dos seguintes, fazendo uma introdução a conceitos posteriormente mencionados. Inicialmente, será efetuada uma definição mais pormenorizada sobre os SIH, nomeadamente, os SIH portugueses aplicados na instituição alvo do estudo, o CHP (2.1). Seguidamente, o conceito de interoperabilidade é apresentado, bem como a sua importância nas instituições de saúde, atualmente (2.2). A secção 2.3 introduz e descreve os Sistemas de Apoio à Decisão Clínica (SADC). Por fim, é efetuada a descrição de BI e a sua contextualização no área da saúde (2.4).

### 2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO HOSPITALAR

Com o aumento significativo de informação clínica nos últimos anos houve a necessidade de uma melhor organização dessa informação, com o objetivo de automatizá-la, recolhê-la e analisá-la sempre que seja pretendido. Assim sendo, em meados de 1990, os hospitais começaram a dar oportunidade às TI de intervirem no processo clínico em diferentes fases. Estas TI permitiram uma melhor e mais eficiente gestão hospitalar, desde elaboração de relatórios clínicos a registo de exames clínicos, entre outros. Todos estes avanços e benefícios são suportados e coordenados através dos Sistemas de Informação (SI).

Os Sistemas de Informação na Saúde (SIS) surgiram em meados dos anos 60, juntamente com a organização sem fins lucrativos *Healthcare Information and Management Systems Society* (HIMSS), e ambas causaram bastante impacto na saúde e nas práticas clínicas, desde a sua gestão de informação administrativa até à gestão de informação e comunicação clínica.

Ao longo dos anos, e com a nova era tecnológica, os SIS compreendem sistemas complexos capazes de interoperarem entre si e responder de forma eficaz e rápida aos seus utilizadores [11].

Os SIS surgiram num contexto de necessidade de gerir e organizar os diferentes SIH, incluindo particularidades que asseguram respostas às necessidades individuais de cada serviço clínico, quer na troca de informação, como na garantia de qualidade da mesma. Estes sistemas representam assim um subsistema hospitalar de desenvolvimento sócio-tecnológico que abrange não só informações de processos e recursos, mas também fluxos e pessoas [12].

É importante que um SIH seja idealizado e, por consequência, implementado com a máxima eficiência possível. Tal exigência requer a existência de uma determinada estrutura de gestão, cujo principal objetivo é a alocação de recursos, certificando-se assim a produção eficiente de informação [13]. Esta estrutura, segundo [14], subdivide-se em duas grandes componentes, representados na figura 2.



Figura 2.: Componentes que constituem a estrutura de gestão necessária para a implementação de um SIH [14].

Os dois componentes supramencionados ao serem abrangidos, complementam-se, dado que o cumprimento das regras organizacionais leva a uma boa gestão dos recursos apresentados, e consequentemente, ao controlo de todo o complexo clínico de capacidade de decisão sustentada.

O ato clínico pode ser caracterizado por quatro principais processos funcionais (Figura 3), igualmente importantes, desde a sua admissão na instituição, até à sua alta ou

transferência [15, 16]. Em cada um deles, toda a automatização possível é importante, e é aí que os SIH demonstram o seu potencial.

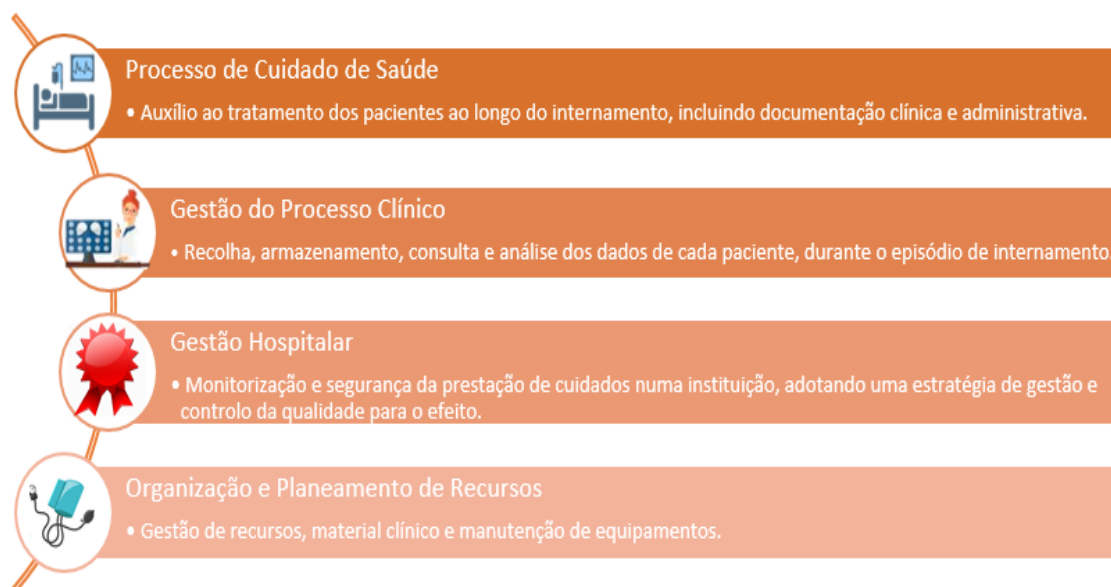


Figura 3.: Principais processos funcionais ao longo do episódio de internamento [15, 16].

Um dos resultados mais eficazes e contribuidores da implementação dos SIH, para o apoio ao ato clínico, foi o *Electronic Health Record* (EHR), ou simplesmente Processo Clínico Eletrónico (PCE), nomenclatura adotada em Portugal. Este Registo/Processo trata-se de um repositório digital da informação clínica a paciente, devidamente arquivado e acessível de uma forma sigilosa e segura. O principal objetivo da sua utilização é conseguir, com base na sua informação, definir objetivos e estratégias para a melhor prestação dos cuidados de saúde, registar essa planificação para possíveis consultas futuras e chegar a uma boa avaliação do diagnóstico atual do paciente com base nos dados recolhidos e armazenados.

Todo o tipo de ato clínico efetuado, que envolva um determinado paciente, deve ser sempre registado no seu PCE, sejam dados imagiológicos ou mesmo resultados de análises clínicas de rotina. Um historial clínico completo leva, certamente, a um bom apoio no processo de tomadas de decisão.

Todos estes sistemas de informação são cada vez mais imprescindíveis para a melhoria contínua dos cuidados de saúde e gestão hospitalar, mas num ambiente hospitalar real é necessária uma elevada coerência e conformidade entre eles, procurando atingir sempre os melhores níveis de interoperabilidade possível.



## Sistemas de Informação Hospitalar em Portugal

- **Processo Clínico Eletrónico (PCE):** Sistema de armazenamento eletrónico da informação de cada paciente, de forma organizada, segura e disponível a todos os utilizadores da instituição.
- **Prescrição Eletrónica Médica (PEM):** Sistema com início em 2012 que tem como objetivo a prescrição eletrónica sustentada de medicamentos, segundo normas de orientação clínica. Aqui a segurança do processo da prescrição de medicação ao doente é garantida, desmaterializando-o.
- **Sistema de Gestão de Doentes Hospitalares (SONHO):** Sistema capaz de exibir, gerir e arquivar toda a informação administrativa de um determinado episódio de internamento. Surgiu na década de 1980 e pode considerar-se um sistema *Admission-discharge-transfer* (ADT), monitorizando todas as ações de um determinado paciente, identificado com um determinado número sequencial, naquele episódio, naquela instituição.
- **SClínico:** Sistema resultante da fusão de dois antigos sistemas, o Sistema de Apoio Médico (SAM) e o Sistema de Apoio à Prática de Enfermagem (SAPE). Esta fusão ocorrida em 2013 resultou numa aplicação utilizável por todos os profissionais de saúde, dotada de novas funcionalidades. Para além de conter toda a informação associada às práticas de enfermagem, o PEM também ser consultado através do *Software* resultante.
- **Laboratory Information System (LIS):** Sistema de aquisição e análise de Análises Clínicas.
- **Radiology Information System (RIS):** Sistema responsável pela aquisição e análise de imagens médicas. O seu armazenamento é efetuado pelo *Picture Archive and Communicaton System* (PACS).
- **Sistema de Urgências :**Sistema específico para o registo e gestão de episódios de urgência, arquivando-os.
- **Sistema de Anatomia Patológica:** Sistema utilizado para exames pré-operatórios, biópsias e autópsias.

- **Sistema de Gestão de Recursos Humanos:** Sistema de carácter administrativo ao nível da gestão dos profissionais de saúde.
- **Sistema de Gestão de Inventário:** Sistema responsável pela gestão e manutenção de produtos e matérias-primas.

## 2.2 INTEROPERABILIDADE

A apresentação da informação médica é feita de diversas formas, dependendo do tipo de dados armazenados nos diferentes sistemas. Por esta razão, muitas vezes torna-se difícil para os profissionais de saúde inteirarem-se rapidamente na condição do paciente. Para que todos os SIH operem com a sua máxima eficiência e se relacionem entre si sem falhas de comunicação e com uma elevada coerência, a Interoperabilidade é urgente neste contexto. Em meados de 1960, surgiu a HIMSS, associação sem fins lucrativos, cuja missão é a união global de esforços para a melhoria contínua da saúde, através das TI. Assim sendo, a definição de interoperabilidade que rege a sua conduta é:

*Interoperability describes the extent to which systems and devices can exchange data, and interpret that shared data. For two systems to be interoperable, they must be able to exchange data and subsequently present that data such that it can be understood by a user. - HIMSS - Adaptado de [17].*

De acordo com [18], a interoperabilidade pode verificar-se em quatro níveis distintos:

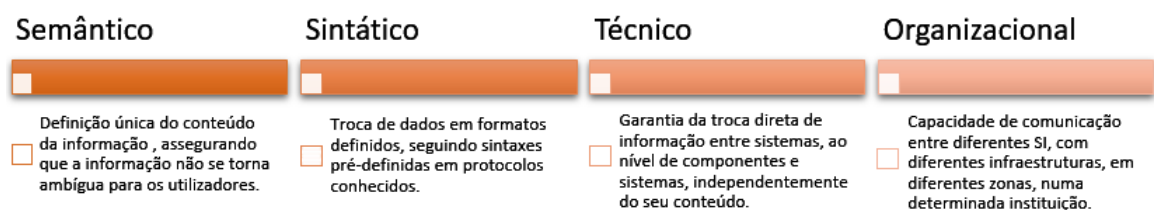


Figura 4.: Principais níveis da interoperabilidade [18].

A melhoria contínua da interoperabilidade, a todos os níveis, passa pela normalização da informação partilhada entre os diferentes SIH, homogeneizando todo o seu conteúdo. Assim, surgiram normas que devem ser respeitadas tais como as normas de informação clínica que tem como exemplo a norma *Health Level Seven* (HL7). Ao nível de comunicação,

uma norma muito utilizada é *Systemized Nomenclature of Medicine-Clinical Terminology* (SNOMED CT). Um exemplo de uma norma de imagem bastante famosa na área médica é *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM) [19]. A interoperabilidade é atingida quando todos os sistemas conseguirem trocar informações e dados, utilizando linguagens e protocolos a eles comuns.

Um estudo efetuado nos EUA, demonstra o estado atual da interoperabilidade no país. De 62 *Accountable Care Organizations* (ACOs), organizações de saúde segundo o modelo americano de saúde, 95% referiram a interoperabilidade como um dos principais obstáculos ao aproveitamento do verdadeiro potencial das TI na saúde [20].

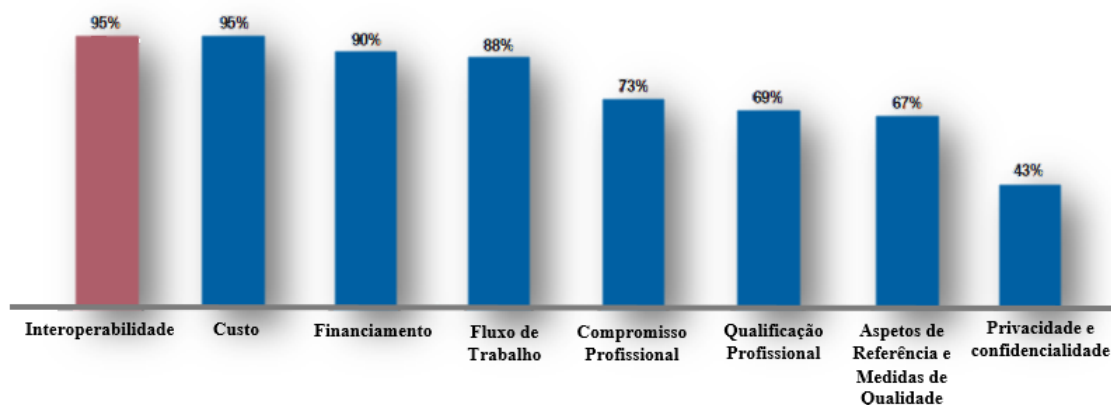


Figura 5.: Principais barreiras, apontadas pelas ACOs, ao uso das TI na saúde, em 2014 [20].

Para combater as incompatibilidades na conexão entre os SIH, melhorando consequentemente a interoperabilidade a todos os níveis, surgiu o conceito de Sistemas Multi-Agente (SMA). Estes sistemas tratam-se de plataformas dinâmicas capazes de intra-conectar os SIH utilizados numa determinada organização.

### Sistemas Multi-Agente

Um SMA consiste num sistema computacional com múltiplos agentes autónomos e que cooperam em conjunto para efetuar determinadas tarefas ou satisfazer determinados objetivos. Um agente pode classificar-se como homogéneo ou heterogéneo e define-se como um elemento capaz de responder autonomamente a problemas, operando assincronamente, respeitando sempre outros agentes existentes. As suas principais características são a capacidade autónoma na tomada de decisões, cumprindo os objetivos impostos, bem como a capacidade de interação com outros agentes através de

protocolos de interação social, atingindo assim os níveis de coordenação, cooperação, competição e negociação desejados.

O funcionamento de um SMA requer que os agentes possam cooperar com partes do sistema, através de uma estrutura que permita tal interação. A figura 6 pretende ilustrar o que poderá ser uma estrutura coerente e funcional de um SMA. Os agentes ficam responsáveis por uma determinada área ou esfera de influência, no ambiente que estão inseridos, e algumas delas podem ser comuns entre eles. Por consequência, os agentes terão de relacionar-se entre si. Um exemplo prático em ambiente hospitalar é a procura de informação sobre análises ou exames dos pacientes, em diferentes unidades de saúde de uma instituição.

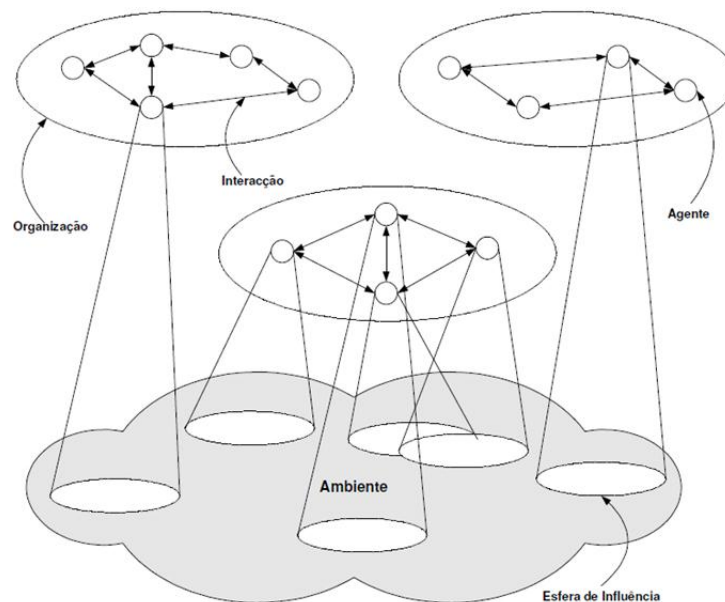


Figura 6.: Estrutura de um Sistema Multi-Agente. Adaptado de [21].

A tendência ao longo do tempo é a construção de *Standards*, princípios e arquiteturas que permitam o desenvolvimento sociedades de agentes semiautónomos, independentemente da dimensão, com a capacidade de interagirem entre si. A coordenação de agentes é um dos principais requisitos para o sistema distribuído funcionar, porque todas as ações que cada agente está responsável, têm de ser sequenciais e sem se auto comprometerem [21].

## AGÊNCIA PARA A INTEGRAÇÃO, DIFUSÃO E ARQUIVO DE INFORMAÇÃO MÉDICA E CLÍNICA (AIDA)

A Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica e Clínica (AIDA) é um SMA desenvolvido em Portugal, nomeadamente, por um grupo de investigadores da Universidade do Minho. O conceito da plataforma AIDA é orientada a agentes autónomos e interoperáveis que, ao longo do tempo, foi demonstrando a sua elevada eficácia, adaptabilidade e escalabilidade, pelo facto de, no início da sua implementação ser um SMA básico, e posteriormente se tornar num sistema bastante complexo. Este SMA já se encontra implementado em diversas instituições portuguesas, tais como o Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa, a Unidade Local de Saúde do Norte Alentejano, a Unidade Local de Castelo Branco, o Hospital Senhora da Oliveira e o CHP. Estas instituições, com a implementação da plataforma AIDA, obtiveram controlo do seu fluxo de informações e, atualmente, detêm uma base para qualquer aplicação hospitalar para auxílio hospitalar, que possa ser desenvolvida[22]. Define-se como um aglomerado de agentes eletrónicos pró-ativos que cooperam entre si, potenciando o armazenamento e a difusão dos Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica (MCDTs), consolidando a terapêutica nas instituições de saúde, ao nível regional e/ou nacional [23]. Vários são os processos que esta possibilita:

- Respostas necessárias a pedidos efetuados, em tempo real;
- Armazenamento, solidificação e coordenação da informação;
- Interoperabilidade e comunicação entre os diversos sub-sistemas de informação;
- Recolha e envio de informação oriunda de prescrições, imagens ou relatórios médicos.



Figura 7.: Arquitetura da plataforma AIDA. Adaptado de [23].

### 2.3 SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO CLÍNICA

A melhoria da qualidade de informação bem como a sua consulta em tempo real, ao nível hospitalar, foi acompanhada pelo desenvolvimento de sistemas complexos de decisão, baseados nessa mesma informação. Os resultados destes sistemas foram evoluindo paralelamente à melhoria da interoperabilidade entre os SIH, tornando cada vez mais precisos e relevantes para o suporte de atos clínicos e avaliação da informação necessária sobre o paciente [24]. Tais sistemas denominam-se por **SADCs** e, atualmente, são um mecanismo bastante influente no auxílio na tomada de decisões, através da obtenção de informação de forma inteligente.

Exemplos práticos em que os SADCs são fundamentais, podem ser presenciados no dia-a-dia de uma instituição de saúde, tais como a consulta do historial clínico de um paciente em plena consulta, com o objetivo de decidir o melhor tratamento ou medicação e dosagens associadas. Em situações de risco, os SADCs atuam de forma a alertar que determinados parâmetros não estão controlados ou que determinados atos que têm data a si associada, têm de ser realizados [24, 25].

Os SADCs diferem consoante a altura em que são utilizados, a sua orientação e o tipo de suporte que prestam. Estes sistemas podem prestar apoio no momento anterior, atual ou posterior à decisão a tomar, podendo abranger todas as áreas de forma genérica ou serem orientados a uma área em específico. Já o apoio que prestam pode ser do tipo ativo, com atividades constantes de interação com o utilizador, ou do tipo passivo em que a simbiose *Sistema – Utilizador* só acontece quando este último exerce uma determinada ação.

Em [26], um SADC eficiente tem de ser capaz de responder às necessidades do utilizador de forma rápida e direta, facilitando o seu acesso em tempo real. Aliado a isso, a sua autonomia de processos é fundamental na tomada de decisões.



Figura 8.: Principais características de um SADC eficiente, segundo [26].

Os sistemas de apoio à decisão clínica podem ser subdivididos em dois grandes grupos, dependendo se são ou não baseados em Conhecimento:

- **SADCs Baseados em Conhecimento**

Sistemas que se assemelham à mente humana e se traduzem num mecanismo de inferências que associa regras à informação de uma determinada temática, proveniente de uma base de conhecimento. A introdução de comandos e apresentação do resultado, consoante o mecanismo utilizado, constitui o mecanismo de comunicação do sistema. Estes são os sistemas mais utilizados em contexto hospitalar pela sua fácil demonstração de todo o processo de tomada de decisão. Assim sendo, este mecanismo permite transpor a mente e a decisão humana para regras interpretáveis por um determinado *Software* [27].

- **SADCs Não Baseados em Conhecimento**

Sistemas que aprendem através de experiências passadas, reconhecendo padrões em conjuntos de dados, através de *Machine Learning*. Os sistemas podem ser treinados através de Redes Neurais Artificiais (RNA), rede esta que se assemelha ao cérebro humano, sendo capaz de adquirir conhecimento ao longo do seu treino. Outra forma de aprendizagem a que os sistemas podem ser submetidos é a Algoritmos Genéticos (AG), em que *à priori* não existe conhecimento, apenas um conjunto de soluções. Esse conjunto é testado através da sua Função de Avaliação (FA), com a finalidade de encontrar a melhor solução para o problema. Ao longo do processo acontece uma Seleção Natural semelhante à seleção *Darwiniana*, ocorrendo cruzamento e mutações das escolhidas, até chegar à Solução Ótima (SO) [27].

Atualmente, os SADCs traduzem-se em diversas formas, desde a criação ou envio de alertas ou lembretes tanto para os profissionais como para os pacientes, até à representação de indicadores provenientes da informação analisada, e esta representação pode ser feita em *dashboards*, relatórios, diagramas, entre outras. Assim sendo, estes sistemas não podem ser encarados como substitutos dos profissionais de saúde nas instituições, mas sim como uma ferramenta que tem como objetivo melhorar a eficácia da sua *performance*. Sendo o erro uma característica humana, estes sistemas vêm contribuir para que este aspeto menos positivo seja minimizado o máximo possível, e por consequência a melhorar a qualidade do ato clínico prestado ao paciente, diminuindo custos e danos irreversíveis desnecessários [28, 29].

## 2.4 BUSINESS INTELLIGENCE

Os SIH já se encontram, hoje em dia, muito mais interoperáveis e homogêneos na forma como se comunicam e trocam informações entre si. Posto isto, tornou-se necessário, ao longo do tempo, a existência de ferramentas que se encarregassem da extração, armazenamento, manipulação e análise de informação útil e relevante [30, 31].

*Business Intelligence* (BI) entende-se por um conjunto de ferramentas destinadas à recolha e manipulação de informação de uma forma eficaz e direcionada para uma determinado área. Estas ferramentas permitem, conseqüentemente, aglomerar dados com o objetivo de ser possível uma tomada de decisão precisa, baseada nos resultados obtidos [32].

Nos últimos anos, o número de empresas e organizações que recorrem à tecnologia BI, no seu dia-a-dia, aumentou exponencialmente. Na atualidade, as ferramentas BI são mundialmente utilizadas, sempre com a mesma finalidade: Extração de informação útil e, conseqüentemente, conhecimento em tempo real, agilizando o processo de tomada de decisões. Uma aplicação ideal de BI num determinado sistema organizacional, deverá resultar na facilidade de acesso a informações relevantes a toda a comunidade utilizadora do mesmo, traduzindo-se assim na máxima eficiência possível nas suas atividades. Esta eficiência compreende a deteção de possíveis falhas existentes e identificação de melhorias em processos. Um Sistema BI eficiente requer uma arquitetura complexa (Figura 9), com diversas tecnologias para diversas etapas do processo.

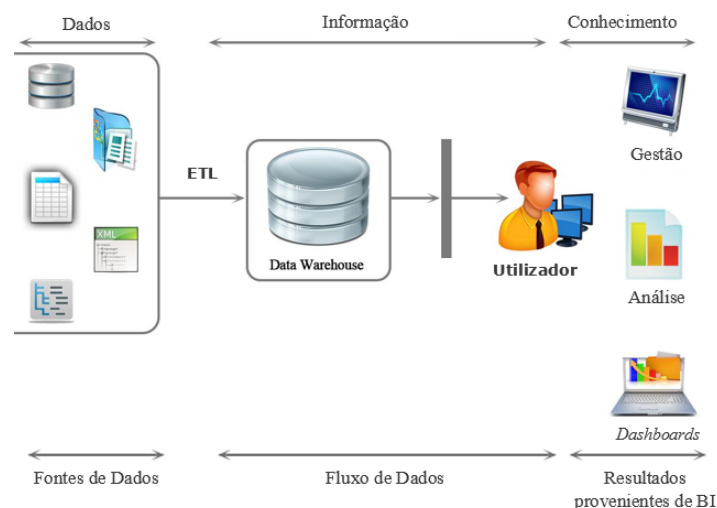


Figura 9.: Arquitectura de um sistema BI. Adaptado de [33].



Os *Softwares* de Extração, Transformação e Carregamento de dados (ETL) são responsáveis pela obtenção da informação a avaliar, que posteriormente constituem um repositório, designado por *Data Warehouse* (DW). Posteriormente, esse DW é analisado, através de ferramentas *Online Analytical Processing* (OLAP) e *Data Mining* (DM), para extração de conhecimento [33].

### Extração, Transformação e Carregamento de Dados

*Extract, Transform and Load* (ETL) designa-se como um conjunto de processos para a extração de dados provenientes de diferentes SI, seguindo-se a sua validação, limpeza, transformação, agregação e carregamento para um DW.

As etapas supramencionadas podem ser agrupadas em três fases sequenciais [34]:

- **Extração de Dados** - Os dados originais são retirados de diferentes SIs ou mesmo de ficheiros em diferentes formatos, recorrendo, por exemplo, a *scripts* SQL.
- **Transformação de Dados** - Dependendo do formato de destino dos dados, pode ser necessário moldar e transformar os dados. Tais transformações passam por, por exemplo, seleção de apenas alguns atributos, modificar formatos de datas, concatenar valores de colunas ou linhas para um só valor, limpeza de dados, entre outros.
- **Carregamento de Dados** - Os dados transformados são carregados no DW destino. Este DW tem como função armazenar a informação coletada, podendo ser constantemente atualizado.

### Data Warehousing

Um sistema DW permite agrupar informação com diferentes origens, devido ao processo de ETL, anteriormente mencionado. Designa-se por *Data Warehousing* o processo de desenvolvimento de uma nova estrutura de dados para um determinado efeito, com o objetivo de facilitar a sua análise.

O DW pode ser organizado segundo diferentes modelos dimensionais, em que um dos mais utilizados é o modelo *Star Schema*, ou simplesmente, modelo em Estrela. Este modelo é constituído por diversas tabelas de dimensão com as suas respetivas chaves primárias, que serão as chaves estrangeiras da tabela principal designada por tabela de

factos. Este modelo é eleito pela sua rapidez e facilidade de extração de informação, comparativamente a outros existentes.

Na área da saúde, o volume de dados constantemente gerado, justifica a utilização de sistemas BI, para garantir que a melhoria da qualidade da prestação de cuidados é efetiva. Através de BI, o desenvolvimento e utilização de SADCs, em tempo real, numa instituição, é possível, melhorando continuamente o aproveitamento de registos clínicos, o acesso a dados para auxílio no ato clínico e a tomada de decisões.



---

## METODOLOGIAS DE INVESTIGAÇÃO E TECNOLOGIAS

---

Este capítulo destina-se à descrição das metodologias e das tecnologias utilizadas ao longo do desenvolvimento do projeto. Primeiramente serão apresentadas as metodologias utilizadas para abordar da melhor forma o problema do caso de estudo para, numa fase posterior, encontrar a melhor solução, procurando cumprir os objetivos impostos iniciais. Estas metodologias, por sua vez, utilizam tecnologias de investigação relevantes, que também serão aqui apresentadas.

Após o desenvolvimento da plataforma proposta como solução para o problema identificado, será implementada a metodologia *Proof of Concept* (PoC), em português designada por Prova de Conceito, para provar a consistência da formulação teórica efetuada *à priori*, com base na pesquisa e investigação, a partir da prática (Secção 5).

Seguidamente, todas as tecnologias escolhidas ao longo do projeto serão apresentadas, bem como o “porquê” da sua eleição, tanto ao nível de ETL de dados, como *frameworks* e linguagens de programação utilizadas.

### 3.1 METODOLOGIA CASE STUDY

O *Case Study* (CS), em português designado por Estudo de Caso, é uma metodologia de investigação destinada a compreender, explorar ou descrever acontecimentos e contextos complexos, nos quais estão simultaneamente envolvidos determinados fatores. A partir dela é possível definir tópicos de investigação, num determinado contexto, e por isso é uma das mais utilizadas nos Sistemas de Informação, especialmente em contexto organizacional.

Em [35], os autores afirmam que o investigador deve definir de forma clara os seus objetivos iniciais, a justificação sobre a escolha do alvo dessa investigação e descrever

detalhadamente as técnicas e fontes utilizadas para análise e recolha de dados, evitando assim alguns erros comuns detetados na aplicação da metodologia.

Além de possíveis erros dessa natureza, o investigador deve ser o mais imparcial possível, ignorando as suas opiniões pessoais ao máximo, evitando interferências nos resultados.

Segundo [36], o CS tem como principal característica a versatilidade, podendo ser utilizada em diferentes tipos de abordagens e nas mais diversas áreas. Os autores definiram onze características sobre esta metodologia de investigação:

- O objeto em estudo é avaliado no seu contexto natural;
- A recolha de dados é feita de diversas formas;
- Poucas entidades são examinadas (grupos, pessoas ou organizações);
- A complexidade da unidade é estudada intensivamente;
- CS são mais adequados para a exploração, classificação e definição dos diversos estágios de desenvolvimento, construindo assim um processo de conhecimento;
- A investigação não inclui controlo ou manipulação experimentais;
- As variáveis independentes e dependentes podem não ser definidas inicialmente;
- Os resultados dependem muito do tipo de integração da investigação;
- À medida que novas hipóteses vão surgindo, mudanças de vários tipos podem ocorrer (local ou métodos de recolha de dados);
- CS é útil para responder a questões de “como” e “porquê”;
- O foco principal encontra-se nos acontecimentos reais e atuais.

### 3.2 METODOLOGIA DESIGN SCIENCE RESEARCH

A metodologia de investigação *Design Science Research* (DSR) foi considerada a mais adequada face ao problema do caso de estudo, pelo facto de ser desenvolvida uma solução / artefacto e, posteriormente, esta ser avaliada em contexto real. Esta metodologia é das mais utilizadas em desenvolvimento de produtos em TI, permitindo a organização de todo o processo e a atuação face a um determinado problema [37].

DSR denomina-se por uma metodologia processual exigente e rigorosa ao nível de pesquisa científica, que tem como principal objetivo obter o melhor produto possível. Este produto tem de ser capaz de responder a todos os objetivos inicialmente impostos e solucionar o problema em causa. O artefacto resultante terá de ser uma solução tecnologicamente viável para problemas relevantes e as suas características têm de ser demonstradas para que tal solução seja acreditada na sua avaliação. Para que tal aconteça, a pesquisa inicial tem de ser a mais esclarecedora e eficiente possível, para que todo o processo flua conforme o previsto [38].

A figura 10 ilustra o modelo ideal da metodologia de investigação DSR aliada ao contexto do caso de estudo, em que a motivação para encontrar a melhor solução do problema é a melhoria dos cuidados de saúde em internamento hospitalar e cujo os clientes / utilizadores correspondem aos profissionais de saúde da instituição.

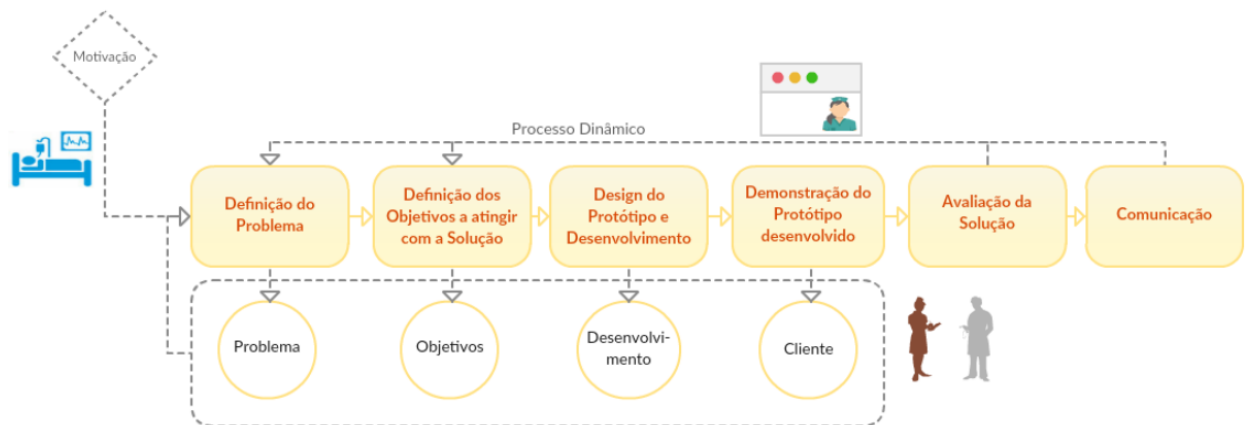


Figura 10.: Modelo da Metodologia DSR. Adaptado de [39].

A escolha desta metodologia baseou-se na sua semelhança ao caso de estudo em que, foi fundamental fazer uma consciencialização exigente no âmbito do problema, para posteriormente ser construída uma sugestão com base em factos bem suportados e justificados. Só após isso é que o desenvolvimento é possível, sabendo que, *à priori*, a sugestão será possível e viável. Depois de obtida a primeira versão do artefacto final, esta terá de ser avaliada e criticada construtivamente pelos seus utilizadores para verificar o cumprimento dos pré-requisitos delineados inicialmente, e se possível, traçar novas melhorias e novos objetivos, para futuro [40, 41].

Segundo [42], a metodologia DSR é considerada como uma metodologia cíclica, iniciando-se com o *Designer* que identifica um determinado problema e formula o caso de estudo, prevendo a solução, com base na sua pesquisa e investigação.

Esta solução é apresentada ao utilizador e este transmite o seu *feedback* do resultado, e caso os pré-requisitos não tenham sido cumpridos, o processo recomeça.



Figura 11.: Modelo cíclico da Metodologia DSR, segundo [42].

O ponto de partida do projeto foi a identificação do problema que se traduz na elevada dispersão da informação clínica relevante, de cada paciente, no ato do internamento, por diversos sistemas e em diferentes formas, formas estas que podem variar entre texto corrente e dados tabelados. O objetivo consiste em encontrar uma solução que auxilie os profissionais de saúde no acesso a informação relevante num determinado momento, de forma rápida e intuitiva. Assim, o protótipo desenvolvido traduz-se numa plataforma automática capaz de mostrar toda a informação necessária e atualizada sobre os pacientes internados, por unidade de saúde hospitalar. A fase posterior ao seu desenvolvimento passa pela sua implementação em fase de testes, primeiramente na unidade de saúde de Cardiologia do Centro Hospitalar do Porto (CHP), tendo como objetivo futuro, a sua propagação para as restantes unidades. Após a sua implementação, o seu impacto será avaliado perante os seus utilizadores, e serão efetuados pequenos reajustes se necessário.

Por fim, será efetuada a divulgação do artefacto juntamente com a sua relevância para o caso em estudo, num projeto de dissertação.

Na área da saúde, os produtos finais obtidos através da utilização da metodologia DSR garantem que cada solução encontrada para um determinado problema, nas TI, satisfaçam as necessidades dos profissionais e auxiliares de saúde nas instituições, e consequentemente, através de novas plataformas de apoio à prática e decisão clínica.

### 3.3 METODOLOGIA PROOF OF CONCEPT

A PoC é uma metodologia de investigação prática cujo principal objetivo é provar a veracidade de conceitos teóricos inicialmente impostos. De acordo com [43], esta metodologia aplicada a SIs traduz, na maior parte das situações, o desenvolvimento de um artefacto como ferramenta de um determinado projeto. Assim, através da PoC é possível inferir a teoria, tecnologias utilizadas e conceitos através da prática.

Em [44], os autores associam frequentemente a metodologia PoC ao desenvolvimento de *Software*, na medida em que esta pode revelar-se uma solução parcial que integra uma pequena amostra de utilizadores, com o objetivo de determinar se o sistema desenvolvido cumpre os seus pré-requisitos. Assim, através de uma pequena quantidade de utilizadores, é possível compreender se o sistema produz benefícios para as organizações-alvo, antes da sua implementação real.

Em suma, esta metodologia é utilizada quando se pretende demonstrar os principais benefícios de um sistema em ambiente real, e deverá ser aplicada *à posteriori* do seu desenvolvimento. Tal aplicação foi efetuada após o desenvolvimento da plataforma idealizada, através da análise de SWOT, que procura definir os pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças do produto resultante, e do uso do *Technology Acceptance Model (TAM)*.

### 3.4 TECNOLOGIAS DE INVESTIGAÇÃO

As metodologias supramencionadas foram implementadas no âmbito do projeto, recorrendo-se ao uso de algumas técnicas de investigação, com o objetivo de facilitar e completar o processo de pesquisa e recolha de dados. No início do projeto, e para que a etapa de idealização e formalização do problema fosse possível, foram efetuadas visitas ao ambiente real do estudo (Unidade de Saúde de Cardiologia do CHP).



Para perceber as dificuldades sentidas no dia-a-dia pelos profissionais de saúde na unidade, foram efetuadas entrevistas a alguns deles, e de uma forma mais abrangente, foi efetuado um questionário inicial para obter uma amostra considerável, resultando numa melhor avaliação da situação atual.

#### 3.4.1 *Revisão da Literatura*

Foi efetuada uma análise bibliográfica exaustiva, em busca de projetos semelhantes já existentes, tendo em conta a constante evolução da ciência. Esta etapa é muito importante em todos os projetos de investigação, não só para uma melhor definição do problema em estudo, mas também para obter uma maior precisão sobre os desenvolvimentos do tema em questão.

Segundo [45], todos os investigadores devem analisar minuciosamente os trabalhos de outros que o procederam e só após isso, partir para a sua própria aventura. Um bom *review* leva a uma mais fácil delineação do caso de estudo, e à descoberta de novas linhas de investigação, evitando possíveis repetições e propondo objetivos futuros. De acordo com [46], os motivos impulsionadores para uma revisão da literatura rigorosa num projeto de investigação, são:

- Delineação do problema de investigação face a outros projetos já efetuados na área em estudo;
- Definição de novas diretrizes de investigação ainda pouco exploradas;
- Aquisição de novas perspetivas metodológicas, extraindo novas ideias sobre métodos já utilizados, segundo a literatura;
- Prevenção de abordagens infrutíferas, evitando assim o uso de metodologias que *à priori* não contrariam os resultados esperados;
- Sugestão de novos tópicos para investigações futuras, através de outros estudos, adaptando-os assim ao caso de estudo.

### 3.4.2 Entrevistas

As entrevistas são das técnicas mais importantes no processo da investigação. O contacto direto com os futuros utilizadores do projeto faz com que o investigador seja capaz de presumir as suas necessidades e consiga concluir o quão o seu contributo irá ser importante.

O investigador consegue sentir a realidade e esclarecer os seus objetivos, a estrutura que pretende seguir ao longo da entrevista e a finalidade da mesma, ganhando a confiança do entrevistado para garantir a sua colaboração no futuro [47]. Para uma correta utilização desta técnica, alguns pressupostos têm de ser respeitados:

- O entrevistador tem de ser capaz de solidificar a relação com o entrevistado, conquistando a sua confiança;
- O entrevistador tem de conseguir que o entrevistado esteja o mais "à vontade" possível durante a entrevista, tornando o procedimento o menos doloroso e mais dinâmico possível;
- O entrevistador tem de conseguir equacionar questões cuja resposta não possa ser, de alguma forma, influenciada, demonstrando assim uma posição neutra durante o diálogo.

Através das diversas visitas efetuadas à unidade de saúde de Cardiologia do CHP, mais precisamente, à sala onde a equipa de enfermagem se reúne, foram criadas oportunidades para a realização de diálogos com relevância para o estudo. A enfermeira-chefe da unidade de Cardiologia foi a principal entrevistada, mostrando-se sempre colaborativa e bastante entusiasmada com o protótipo, e conseqüentemente, com o produto final. Ao longo das entrevistas, os entrevistados reportaram as suas maiores dificuldades diárias e foram introduzindo intervenções de melhoria que, a seu ver, seriam oportunas no ato clínico e poderiam ser incluídas no projeto.

De forma a atingir uma população-alvo maior, a próxima técnica de investigação foi posta em prática, de forma simples e objetiva.

### 3.4.3 Questionários

A técnica dos questionários é semelhante à entrevista com a diferença de que o entrevistador não tem um contacto direto com os entrevistados, e a entrevista, neste caso, é efetuada por escrito, anonimamente.

O investigador deve ser cuidadoso no tipo de questões efetuadas, e estas devem ser claras, coerentes e com o máximo de neutralidade possível, para não influenciar a resposta do entrevistado [48].

Na primeira fase do projeto, foi efetuado um questionário com oito questões, que pode ser consultado em anexo (Anexo A), auxiliando assim a identificação do problema.

O grupo de entrevistados foi a equipa de enfermagem da unidade de saúde de Cardiologia, com um resultado final de 35 questionários respondidos.

As questões foram construídas com o máximo de cuidado e objetividade, com o objetivo de compreender as principais falhas a que os entrevistados já assistiram no seu local de trabalho.

Entre as oito questões efetuadas, as seguintes foram destacadas:

**Questão 1:** Na sua opinião, os doentes são adequadamente vigiados durante todos os turnos?

A primeira questão suporta um carácter generalista sobre a situação diária do ambiente de internamento hospitalar. A opinião dos profissionais de saúde inquiridos reflete, de certa forma, o panorama atual.

**Questão 2:** As alterações do estado clínico do doente são igualmente conhecidas por todos os enfermeiros da sua unidade de saúde?

O grau de interoperabilidade atual origina situações que possam comprometer, de diversas formas, o ato clínico face ao paciente. A falta de meios para que todos os profissionais, independentemente do seu horário diário, que habitualmente se traduz em turnos, ou mesmo os dias de trabalho, leva a que muitas vezes escape informação, e por consequência, esta seja presumida pelo próprio, o que por vezes pode correr mal.

**Questão 3:** Alguma vez se deparou com a possibilidade de existência de complicações do estado do doente devido a falhas nos meios de informação?

O objetivo desta questão foi perceber qual o estado da interoperabilidade da informação utilizada na unidade de Cardiologia se encontrava. Esta pergunta vai de encontro à questão 1, tornando-se uma consequência da mesma.

**Questão 4:** Alguma vez se deparou com erros de medicação/dosagem?

As complicações originadas pela falta de informação disponibilizada em tempo real, no internamento, podem ser de diversos graus de efeito. Erros ativos de medicação ou de dosagem da mesma, pode muitas das vezes, trazer consequências graves para o paciente.

**Questão 5:** Alguma vez assistiu à ocorrência de falhas de comunicação, nomeadamente, sobre mudanças na acomodação dos doentes (trocas de camas)?

Nesta questão o objetivo foi perceber como se encontrava a organização interna do serviço, ao nível dos seus profissionais. Um conhecimento *à priori* do paradeiro de um determinado paciente leva a um ato clínico mais preciso e eficiente.

**Questão 6:** Alguma vez assistiu à ocorrência de falhas de comunicação, nomeadamente, ao nível de ausências de registos do turno anterior?

O facto de ainda não haver um mecanismo automatizado próprio para a passagem dos turnos entre as equipas de enfermagem nas unidades de internamento do CHP, levou à motivação de uma componente de "Histórico" de cada paciente internado, na plataforma desenvolvida.

**Questão 7:** Alguma vez teve dificuldade em aceder ao processo clínico atualizado do doente?

Os recursos existentes ao nível tecnológico adjacente à interoperabilidade ainda pouco otimizada no processo em questão, leva à necessidade de um grau elevado de automatização de processos para uma informação constantemente atualizada.

**Questão 8:** Na sua opinião, seria oportuno o apoio das novas tecnologias à prestação diária de cuidados de saúde na sua unidade?

Um dos objetivos primordiais do questionário efetuado foi obter a opinião dos profissionais de saúde à cerca do uso das novas tecnologias no seu dia-a-dia, pela razão de que eles serão os principais utilizadores da plataforma desenvolvida.

Os questionários foram tratados individualmente, através de ferramentas de organização e interpretação de dados. Os dados foram tratados como sendo do tipo nominal, em que o valor 0 correspondia ao “Não” e o valor 1 correspondia ao “Sim”. Assim sendo, foram obtidos os resultados na forma de percentagem, seguindo-se a sua análise e interpretação.

As respostas às oito questões do questionário efetuado podem ser consultadas na figura 12.

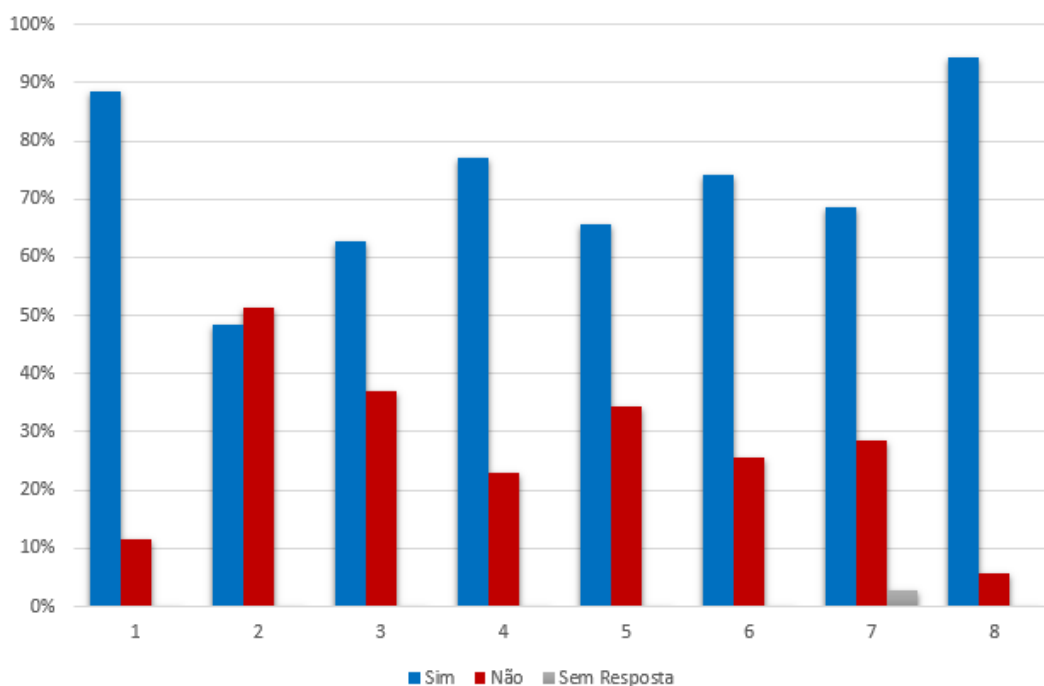


Figura 12.: Resultado das respostas às questões presentes no questionário efetuado.

A interpretação dos resultados levou a que muitas das motivações iniciais do projeto fossem fortalecidas e reforçou a ideia de que o apoio das novas tecnologias na prestação de cuidados de saúde numa unidade hospitalar é fundamental.

### 3.5 BIBLIOTECAS E LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO

O ambiente real de inserção da plataforma desenvolvida traduz-se num cenário bastante dinâmico que requer uma interface simples, consistente, *open-source* e que proporcione o melhor acesso a dados possível, provenientes de consultas regulares às bases de dados específicas para o efeito. A possibilidade de construção de funções simples e automatizáveis, bem como a reutilização de componentes para acelerar os processos, foram critérios tidos em conta na escolha da ferramenta a utilizar. Nessa sequência, foi efetuado um estudo comparativo entre as ferramentas atualmente mais utilizadas e uma posterior avaliação, tendo em conta as características necessárias ao caso de estudo.

Ao nível da base de dados relacional, foi necessário efetuar um estudo pormenorizado da plataforma AIDA que interoperabiliza os SIH hospitalares existentes no CHP. Assim foi possível, através de um Sistema Multi-Agentes, criar o esquema relacional de dados da aplicação e migrar os dados constantemente, provenientes dos diversos SIH. Para que tal esquema relacional de dados fosse desenvolvido, foi efetuado todo um processo de Extração, Transformação e Carregamento de dados (ETL), tendo em conta os dados que seriam relevantes para o seu *output*.

#### 3.5.1 *JavaScript*

A linguagem *Web JavaScript* é uma das linguagens de programação *high-level* mais utilizadas atualmente. Esta permite a atualização dinâmica da página *web*, não sendo assim necessário que o servidor carregue uma nova página sempre que alguma ação é desencadeada. Os seus autores orientaram a nova linguagem aos paradigmas da linguagem Java, orientada a objetos. Esta linguagem tornou-se cada vez mais utilizada mundialmente pela sua adaptabilidade aos diferentes cenários, independentemente das linguagens.

Ao longo do tempo foram surgindo os *transpilers*, designados por compiladores de “fonte para fonte” e que interpretam um determinado código, numa determinada linguagem, e produzem o seu código equivalente. Muitos destes compiladores interpretam a sintaxes como ES6 / ES7, que consistem em melhorias da linguagem JavaScript ao nível de classes, funções, iteradores, entre outros [49]. JavaScript pode ser utilizado para criar servidores *Web* (*Web Service*) como, por exemplo, Node.js.

### 3.5.2 Frameworks e Libraries

Segundo [50], a escolha de uma *framework* para um projeto, uma aplicação ou mesmo um *website* JavaScript, é uma prioridade para empresas e instituições, na medida em que cada uma delas tem as suas vantagens que têm de ser combinadas com o tipo de projeto a desenvolver, sem que os pontos menos fortes da ferramenta comprometa a sua *performance* futura.

Atualmente, a quantidade de ferramentas disponíveis, tais como *frameworks* e *Libraries*, tem aumentado consideravelmente. Entre as mais utilizadas encontram-se a *framework* AngularJS e a *Library* ReactJs, ambas com uma alta *performance* e utilizadas mundialmente. De acordo com *Sacha Greif*, o estudo efetuado sobre a consciência, o interesse e a satisfação de um determinado grupo de *Developers* reflete a tendência atual sobre *Front-End Frameworks* [51].

#### Interesse e Satisfação

A percentagem de interesse referente à *framework* Angular2 é, de certa forma, influenciada pelo facto de ser uma ferramenta bastante recente. Com isto, a percentagem obtida revela um elevado interesse dos inquiridos na sua aprendizagem. Contudo, e como pode ser constatado no gráfico da figura 13, a percentagem dominante pertence à biblioteca React.

Ao nível da satisfação, o React domina com uma percentagem de 92% a variável “Já usei e usaria novamente”, o que demonstra o agrado dos seus utilizadores garantindo o seu uso para projetos futuros.

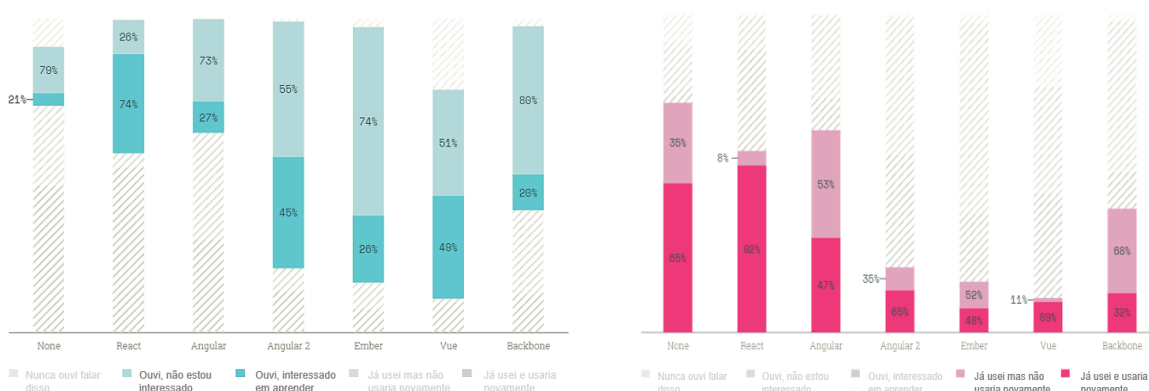


Figura 13.: Percentagem sobre o estudo de interesse e satisfação dos inquiridos. Adaptado de [51].

React e Angular são as duas grandes concorrentes enquanto ferramentas, sendo mais utilizadas ao nível internacional, tal como evidenciado no gráfico da figura 14.

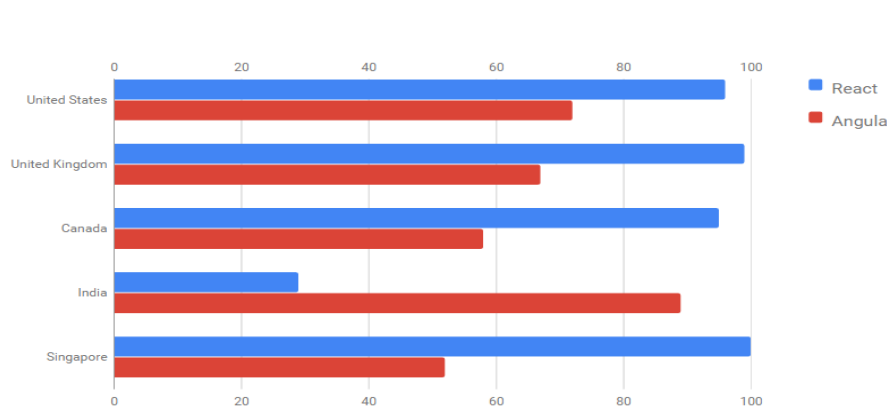


Figura 14.: Comparação do interesse internacional entre React e Angular . Adaptado de [52].

## REACTJS

React é uma biblioteca de JavaScript criada pelo Facebook, lançada em Março de 2013. Esta biblioteca é baseada num fluxo uni-direcional de dados entre o cliente e o servidor, garantindo um alto desempenho na renderização de conteúdos. Além de suportar uma pequena API, tornando o processo da sua aprendizagem mais acessível, baseia-se na construção de pequenos blocos de código reutilizáveis, que se traduzem em componentes de fácil utilização. Ao nível do servidor, o React contém uma renderização da informação bastante rápida, o que o torna bastante vantajoso para consultas rápidas e constantes do conteúdo de interesse. A conexão entre o cliente e o servidor é bastante eficiente, através de um Virtual React DOM, tornando o processo de carregamento da página menos demorado.

Atualmente, existem muitas ferramentas para desenvolvimento de aplicações *Web* (CoffeeScript, ES2015, TypeScript, entre outros), e neste seguimento, a *framework* React utiliza o *Webpack*, cuja sua funcionalidade é analisar um determinado código e traduzi-lo para JavaScript, interpretável pelo *browser*. Esta biblioteca tem ainda uma componente nativa que permite a transformação de páginas *Web* em aplicações *Mobile*, tanto para iOS como para Android. O Facebook é um exemplo de uma aplicação *Web* suportada pela biblioteca React e é uma das páginas mais dinâmicas e automatizadas na atualidade, à semelhança de empresas mundialmente conhecidas como Netflix, Paypal, Imgur e Airbnb.





## BOOTSTRAP

A *framework* Bootstrap foi utilizada para conceder um carácter responsivo ao nível de *Design*, independentemente dos tipos de dispositivos utilizados para abertura da página *Web*, sobretudo nível de dimensões, quer em computadores, quer em *tablets* ou mesmo telemóveis. Esta ferramenta é *open-source* de *HyperText Markup Language* (HTML), *Cascading Style Sheets* (CSS) e *JavaScript* e é das mais utilizadas atualmente, com bastantes *plugins* disponíveis para utilização, com suporte em diversos *Browsers* tais como Chrome, Firefox, Safari, entre outros [53].

Optou-se pela utilização da *framework* Bootstrap pelo facto da aplicação *Web* desenvolvida poder ser consultada em dispositivos móveis, em ambiente hospitalar, acompanhando assim a crescente dinâmica da era tecnológica. Com isto não existe necessidade de desenvolver outras aplicações mais específicas para um dado dispositivo que *à priori* seria utilizado em ambiente real. Assim, qualquer dispositivo pode aceder à aplicação projetada *Web* através de um determinado *Browser*, desde que este esteja conectado à rede interna do CHP.

### 3.5.3 *Web Service*

Para suportar as páginas *web* de uma determinada aplicação ao nível de dados, é necessária a utilização de um *Web Service*. Este por sua vez comunica com o *Web Browser* através de protocolos HTTP. Este protocolo de comunicação permite a troca de dados entre diferentes máquinas, através da *Internet*. Essa troca de dados baseiam-se em pedidos (*request*) e resposta (*response*) simples. O cliente envia um determinado pedido e este é processado por *Web Servers*, retornando posteriormente a sua resposta num determinado formato.

Várias são as alternativas a cerca de *Web Service*, mas os mais comuns, dependendo da arquitetura e protocolos utilizados, são os seguintes:

- **SOAP** (*Simple Object Access Protocol*): Protocolo ideal para estruturar informação proveniente do fluxo de dados, em formato XML (*eXtensible Markup Language*). Este protocolo compreende uma arquitetura mais rígida, pelo que, o fator tempo pode muitas vezes não ser um parâmetro a seu favor.

- **REST** (*Representational State Transfer*): Modelo que utiliza uma arquitetura *cliente – servidor* e um padrão URI (*Uniform Resource Identifier*). A sua flexibilidade ao nível do tipo de troca de dados é um parâmetro a seu favor, podendo utilizar o formato XML, JSON, entre outros. Atualmente, o formato JSON, (*JavaScript Object Notation*), incluído no JavaScript, tem sido bastante utilizado e contém uma estrutura de dados simples.
  - **CRUD RESTful API**: APIs (*Application Programming Interfaces*) baseadas em *REST Web Services*. Estas utilizam métodos GET para ações de leitura, POST para ações de criação, DELETE para ações de remoção e PUT para ações de atualização, através do protocolo HTTP, permitindo assim a construção da sigla CRUD (*Create, Read, Update, Delete*) [54].

Como se pode verificar na tabela 1, ao nível do formato de mensagens e protocolos de comunicação, O *Web Service* SOAP é mais limitado, comparativamente ao modelo REST. Assim, optou-se pela sua utilização na transferência de dados para o *browser*, essencialmente através do método GET.

Tabela 1.: Comparação dos dois tipos de *Web Services* mais utilizados.

	<b>SOAP</b>	<b>REST</b>
<b>Formato da Mensagem</b>	XML	XML, JSON, Atom
<b>Protocolo de comunicação</b>	HTTP(S), SMTP, TCP e UDP	Qualquer um

### Node.js

Node.js é uma poderosa ferramenta *backend open-source*, que permite o desenvolvimento de aplicações baseadas em JavaScript, para criar o seu próprio *web server* assíncrono, para lidar com pedidos HTTP. Sucintamente, o Node.js trata-se de um interpretador de JavaScript ao nível do servidor que, através de uma *framework* designada por Express.js, desenvolve aplicações *Web*.

Ao nível de arquitetura de *Software*, a escolha do Node.js é baseada na sua assincronização e gestão de eventos, evitando o bloqueio do sistema. A sua rapidez também é uma característica a seu favor, combinada com a sua alta escalabilidade, que evita o bloqueio do fluxo de dados [55].

### 3.5.4 Programação em Base de Dados

A informação visualizada através da nova plataforma é proveniente de um sistema de base de dados estruturado. Este sistema permite operações de consulta, inserção, atualização e remoção de informações, constantemente. O sistema escolhido para construir o *Data Warehouse* da aplicação desenvolvida foi o de base de dados relacional, permitindo assim o armazenamento e a organização da informação através de tabelas relacionadas entre si, através de atributos que são chaves primárias de algumas tabelas e, por sua vez, se tornam em chaves estrangeiras de outras. Os Sistemas de Gestão de Base de Dados (SGBD) surgiram para facilitar todo o processo de seleção, armazenamento e organização de informação. Alguns exemplos destes sistemas são: *Oracle*, *MySQL*, *Microsoft SQL Server*, *Firebird*, entre outros. Através da linguagem de programação *Structured Query Language* (SQL), baseada em álgebra e cálculo relacional, é possível aceder e manipular dados armazenados nos SGBD, através de *queries* [56].

O ambiente real de utilização da plataforma desenvolvida (ambiente hospitalar) exige bases de dados eficazes, coerentes, com uma elevada disponibilidade de informação minuto a minuto e uma privacidade assegurada, dado que as informações em estudo são bastante sensíveis e por vezes críticas. Para isso, utilizou-se a *Oracle Database* (Oracle DB) em concordância com as bases de dados utilizadas no CHP, também elas OracleDB. Para o processo de ETL de dados, utilizou-se a ferramenta *Oracle SQL Developer*. Depois de recolhida a informação com o formato necessário e interpretável por outras linguagens de BD, utilizou-se a tecnologia *MySQL*, pela sua estabilidade e fácil conexão com diversos sistemas operativos e linguagens de programação. Assim sendo, os dados foram primeiramente extraídos da OracleDB, através de *queries* programadas no sistema Multi-Agente desenvolvido, e posteriormente, inseridos nas tabelas do *schema* relacional construído, através da ferramenta *MySQL Workbench* (Figura 16).



Figura 16.: Processo de sincronização de dados entre os diferentes SGBD.



---

## PLATAFORMA DE APOIO À PRÁTICA DE CUIDADOS DE ENFERMAGEM EM CONTEXTO HOSPITALAR

---

Este capítulo destina-se à descrição integral da plataforma de BI desenvolvida no presente projeto de dissertação. Primeiramente é efetuada uma descrição geral ao nível das suas principais características e, de seguida, é efetuada a descrição da sua arquitetura. Por fim, todas as funcionalidades possíveis são demonstradas.

### 4.1 DESCRIÇÃO

Ao longo do tempo, a necessidade de implementação de sistemas BI no CHP tem sido cada vez maior, sendo uma instituição que procura constantemente conseguir uma melhoria contínua dos seus serviços prestados. Neste seguimento, muitos SADCs foram desenvolvidos, apoiando os profissionais de saúde nas suas tarefas e decisões diárias e, conseqüentemente, melhorando a qualidade da prestação e cuidados de saúde.

O caso de estudo surgiu no seguimento da nova era de automatização de serviços e sistemas BI, sendo ele caracterizado também como um sistema BI pela disponibilização de dados em tempo real que auxiliam os profissionais de saúde em pleno internamento a tomar decisões, em determinadas situações. A plataforma desenvolvida permite acompanhar o dia-a-dia de cada paciente internado numa determinada unidade de saúde, bem como os seus atos agendados.

Atualmente existe um protótipo estático implementado com base em informações inseridas manualmente pelos utilizadores. A informação era introduzida diariamente pelos profissionais de saúde para auxiliar o seu dia-a-dia, e cada vez que alguma informação sobre um determinado paciente era alterada, o sistema teria de ser alterado também. No entanto, com o ritmo dinâmico existente no ambiente de internamento

hospitalar, muitas das vezes essa informação não era editável e por isso, o sistema caía em desuso.

De notar também que a informação, ao longo dos anos, tem sido cada vez mais informatizada por diversas razões, tais como possíveis erros de escrita proveniente de uma interpretação errónea, e o protótipo inicial não ia de encontro a esses ideais.

Face à situação atualmente existente, desenvolveu-se um protótipo que auxiliasse os profissionais no internamento, sem que seja necessária qualquer intervenção da sua parte. Para isso, desenvolveu-se uma plataforma :

- **AUTOMATIZADA:** Informação do paciente atualizada em tempo real. Esta sincronização é efetuada através de ações cíclicas programadas (ex.: 3 em 3 minutos) no sistema Multi-Agente;
- **INTEROPERÁVEL:** Característica impulsionadora do projeto e indispensável para que fosse possível a reunião de informação relevante proveniente de diferentes SIH;
- **INTUITIVA:** Procurou-se desenvolver uma interface de fácil utilização, simplificando o acesso à informação necessária;
- **ADAPTÁVEL:** A plataforma pode ser adaptada a qualquer sistema operativo, e pode ser “alimentada” por qualquer SIH. Tem ainda a capacidade de traçar um perfil evolutivo, face a diferentes realidades;
- **INTEGRÁVEL:** A sua integração no ambiente do CHP não exige muitos recursos que possam comprometer e, de alguma forma, gerar algum impacto indesejado;
- **DISTRIBUÍDA E CONCORRENTE:** A aplicação pode ser consultada e manuseada por vários utilizadores e, em diferentes dispositivos, móveis ou não.

A ideia inicial do projeto foi transformar o protótipo já existente num sistema autónomo. Este protótipo consiste num quadro com informações relevantes aos profissionais (designado posteriormente por “Quadro de Enfermagem”), relativamente a todos os os pacientes internados naquele momento, naquela unidade. A fase das entrevistas com os profissionais de saúde da unidade revelou uma determinada carência relativamente a avisos e alertas associados a ações agendadas, associadas a cada paciente. Consequentemente surgiu a ideia de alargar a plataforma, adicionando uma componente de histórico por paciente, ao nível dos vários atributos visualizados. O protótipo de

histórico foi ainda alargado para um protótipo de um registo clínico de internamento do paciente, onde estão presentes as ações agendadas, bem como os atos concluídos.

O registo clínico de internamento de cada paciente foi especialmente inserido, não só para que a informação atualizada pudesse ser consultada a qualquer momento, mas principalmente para resolver a problemática da passagem de turnos entre equipas de enfermagem. Esta problemática consiste na transmissão de informação de um turno para outro, que nem sempre é 100% eficaz, facto constatado através dos resultados obtidos no questionário efetuado inicialmente.

Com a componente do quadro de enfermagem a problemática supramencionada fica praticamente resolvida, aliada também à componente do registo clínico de internamento do paciente, que pode ser constantemente consultado, por qualquer utilizador, sem que seja necessário recorrer ao computador físico existente da unidade de saúde em estudo.

A figura 17 ilustra a sala de enfermagem da unidade de saúde de Cardiologia do CHP, onde os profissionais se reúnem diariamente. Durante as visitas à unidade, ao longo do desenvolvimento do projeto, denotou-se a escassez de tecnologias auxiliares ao profissional durante o internamento. De realçar que esta ilustração pode posteriormente exemplificar todas as salas de enfermagem das unidades de saúde do CHP.



Figura 17.: Ilustração da plataforma disponível para visualização na sala de enfermagem da unidade de Cardiologia do CHP.



Para que os profissionais de saúde não estivessem limitados, quanto ao uso da plataforma, à sala de enfermagem da unidade, esta foi desenvolvida de maneira a que fosse consultada em outros dispositivos, como por exemplo, em *Tablets*. Assim a questão da mobilidade do utilizador é garantida, podendo, ao longo do seu período de serviço, circular com o dispositivo. Rondas aos quartos dos pacientes, medicações alteradas, verificação de exames e análises a fazer num determinado momento, são algumas das informações disponíveis. De notar que a coluna respeitante aos nomes dos pacientes internados se encontra vazia para efeitos de sigilo de dados.

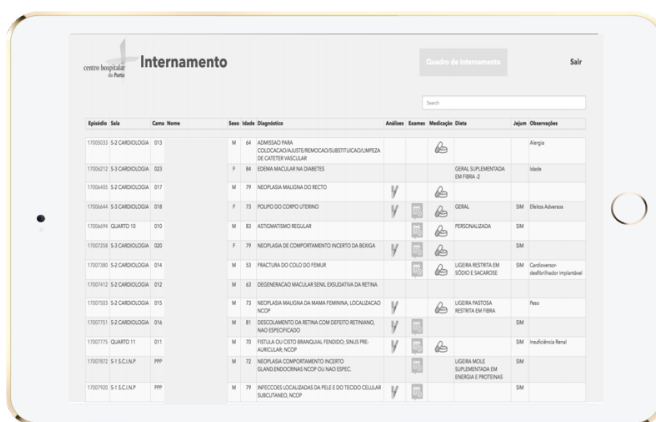


Figura 18.: Ilustração da plataforma disponível para *Tablets*, podendo ser consultada em outros dispositivos móveis, independentemente do sistema operativo.

#### 4.2 ARQUITETURA

A plataforma de apoio à Prática de Enfermagem exhibe uma arquitetura simplicista baseada em três principais componentes: *Aplicação Web*, a Base de Dados (*Data Warehouse*) criada para suportar a aplicação *web* e a programação dos novos agentes no SMA utilizado.

Vários foram os SIH identificados para extrair a informação relevante ao projeto. As informações a cerca dos pacientes internados, bem como eventos associados a cada um deles, encontram-se no PCE. Ao nível de enfermagem, as tarefas, notas e observações efetuadas pelos enfermeiros associadas aos pacientes internados, encontram-se no SClínico. As prescrições efetuadas ao nível da medicação e do regime de dietas estão alocados num sistema individual denominado por GAF (*Gestão de Apoio à Farmácia*), o qual estabelece acesso com a AIDA, permitindo assim a sua consulta.

A base de dados traduz-se num *Data Warehouse* que contém todas as tabelas de suporte à aplicação *web*, tanto ao nível de demonstração de informação como ao nível do lançamento de alertas. Através deste DW é possível um acompanhamento real de cada paciente no internamento. Para que isto seja possível, foi necessário programar um mecanismo cíclico de conexão entre o DW desenvolvido e as fontes de dados supramencionadas, ao nível do SMA. Este mecanismo consistiu na criação de novos agentes com um temporizador associado, que seja capaz de consultar as diferentes fontes de dados (SIH) e atualizar o DW da plataforma.

A aplicação *web* tem um carácter cliente-servidor e é através do servidor que é efetuada a conexão com a base de dados desenvolvida e descrita anteriormente. Esta conexão vai devolver um conjunto de dados em formato JSON, requeridos pela parte do cliente (Interface da aplicação), através de *HTTP Requests*. Estes dados são devolvidos ao cliente no sentido inverso, através de *HTTP Responses*.

A figura 19 procura demonstrar a arquitetura da aplicação desenvolvida, exibindo os seus três principais componentes.

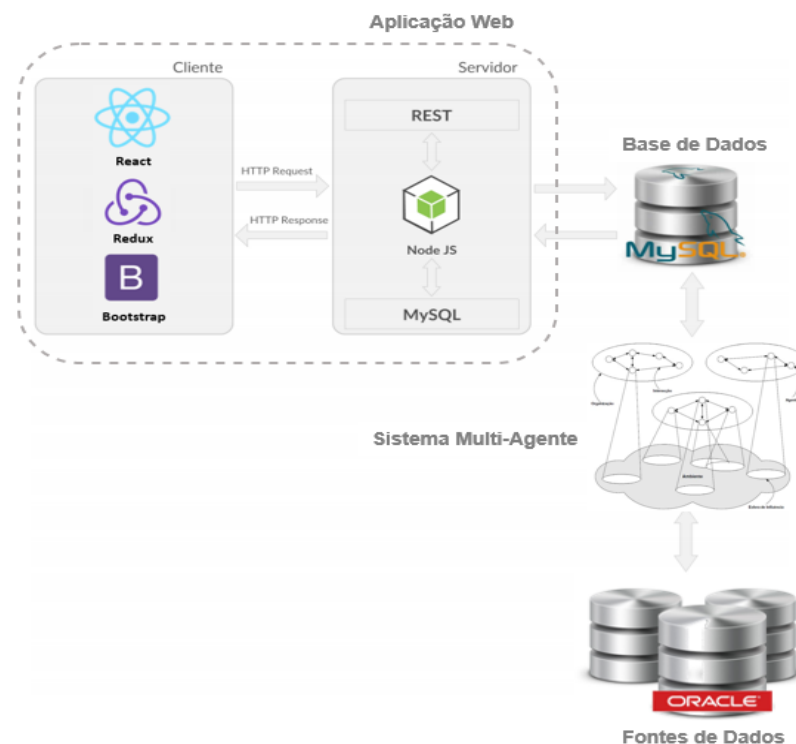


Figura 19.: Arquitetura da plataforma de Apoio à Prática de Cuidados de Enfermagem em Contexto Hospitalar.

### 4.3 FONTES DE DADOS

Todo o processo efetuado ao nível de ETL foi modelado para que a etapa seguinte, da programação e sincronização dos novos agentes a introduzir num SMA, fosse o mais eficaz e simplicista possível. Para isso, foram consultadas e interligadas várias fontes de dados dos mais diversos SIH.

Para obter as informações básicas à cerca dos pacientes internados numa determinada especialidade, com um código a si associado foi necessário cruzar as seguintes fontes de dados do sistema PCE.

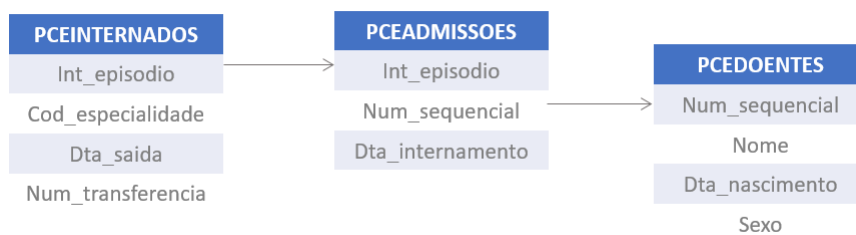


Figura 20.: Sequência efetuada para obtenção de dados sobre os pacientes internados numa determinada especialidade.

A localização do paciente na unidade de saúde de cardiologia efetuou-se cruzando fontes de dados do sistema PCE com o sistema SONHO, através do NUM\_TRANSFERENCIA.

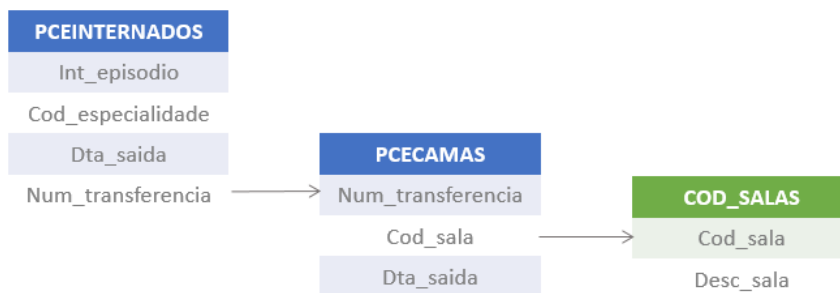


Figura 21.: Sequência efetuada para obtenção de dados sobre a localização dos pacientes internados numa determinada unidade de saúde do CHP.

Depois de obtidas as informações necessárias sobre os pacientes internados numa determinada instituição, e estas serem inseridas na tabela principal QUADRO\_ENFERMAGEM do DW da aplicação, foi possível encontrar os restantes dados de interesse. Assim

sendo, através do EPISODIO do repositório, foram encontrados os diagnósticos de cada paciente, cruzando fontes de dados do sistema PCE e AIDA.

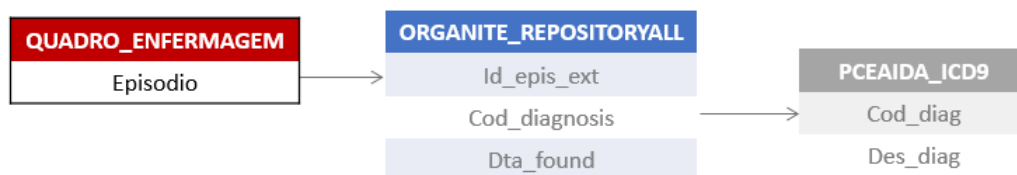


Figura 22.: Sequência efetuada para obtenção de dados sobre a localização dos pacientes internados numa determinada unidade de saúde do CHP.

Os exames têm a si associado um NUMPEDIDO que é o seu identificador único. Por sua vez, este está associado ao EPISODIO de um paciente. Para que fosse possível obter o código de exame e a sua designação, foi necessário cruzar o EPISODIO do repositório com a uma das fontes de dados da AIDA.

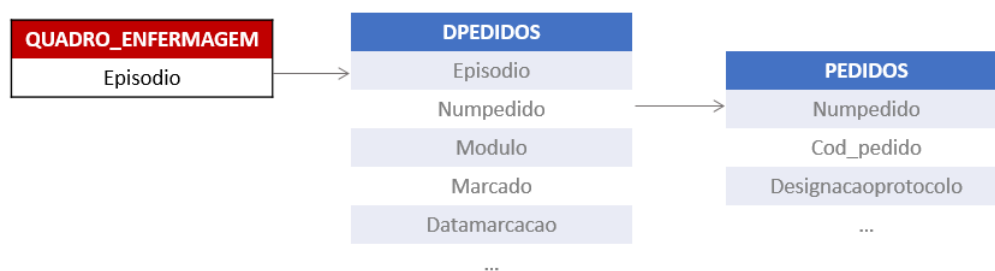


Figura 23.: Sequência efetuada para obtenção de dados sobre exames associados ao EPISODIO de cada paciente.

As análises estão associadas diretamente ao NUM\_EPISODIO do paciente, efetuando-se apenas o seu cruzamento com o EPISODIO do repositório.

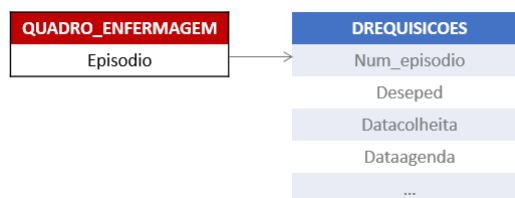


Figura 24.: Sequência efetuada para obtenção de dados sobre análises associadas ao EPISODIO de cada paciente.

O regime de dietas está diretamente associado ao EPISODIO do paciente, efetuando-se apenas o seu cruzamento com o EPISODIO do repositório do DW desenvolvido. De notar que estes dados pertencem a um sistema individual denominado por GAF, que migra a informação para a tabela CHP\_PCE\_DIETA, constantemente.

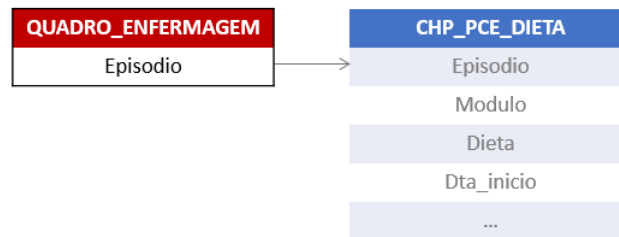


Figura 25.: Sequência efetuada para obtenção de dados sobre o regime de dietas prescrito e associado ao EPISODIO de cada paciente.

A medicação também está diretamente associado ao EPISODIO do paciente, efetuando-se apenas o seu cruzamento com o EPISODIO do repositório. De notar que estes dados também pertencem a um sistema individual denominado por GAF, que migra a informação para a tabela CHP\_PCE\_PRESC, constantemente.

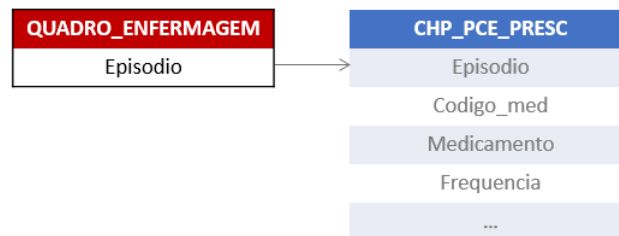


Figura 26.: Sequência efetuada para obtenção de dados sobre a medicação prescrita e associada ao EPISODIO de cada paciente.

As anotações e tarefas diárias registadas pelos enfermeiros estão diretamente associadas ao INT\_EPISODIO do paciente, efetuando-se apenas o seu cruzamento com o EPISODIO do repositório.

De notar que a tabela NOTASPLANO encontra-se no sistema SClinico, e este, por sua vez, é embebido no SONHO.

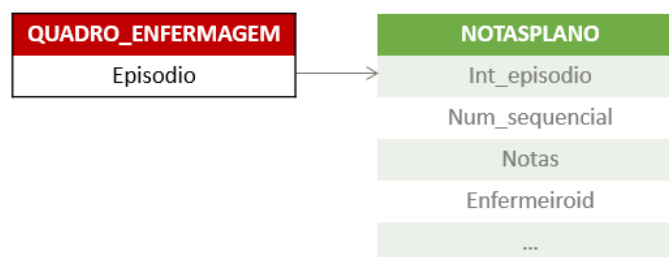


Figura 27.: Sequência efetuada para obtenção de dados sobre as tarefas e anotações diárias efetuadas pelos enfermeiros e associadas ao EPISODIO de cada paciente.

O agendamento das cirurgias é um processo mais complexo, que envolve diversos tipos de fontes de dados, e associa-se ao paciente através do NUM\_SEQUENCIAL, efetuando-se algumas conjugações com diferentes SIH, com o objetivo de cruzar o NUM\_SEQ do repositório. Este processo é sinalizado pelo número sequencial do paciente, que é o identificador único do doente no hospital, pelo facto das cirurgias poderem ser agendadas com antecedência, sem que o indivíduo esteja forçosamente internado, e aquando a data da intervenção pode gerar-se um novo episódio de internamento.

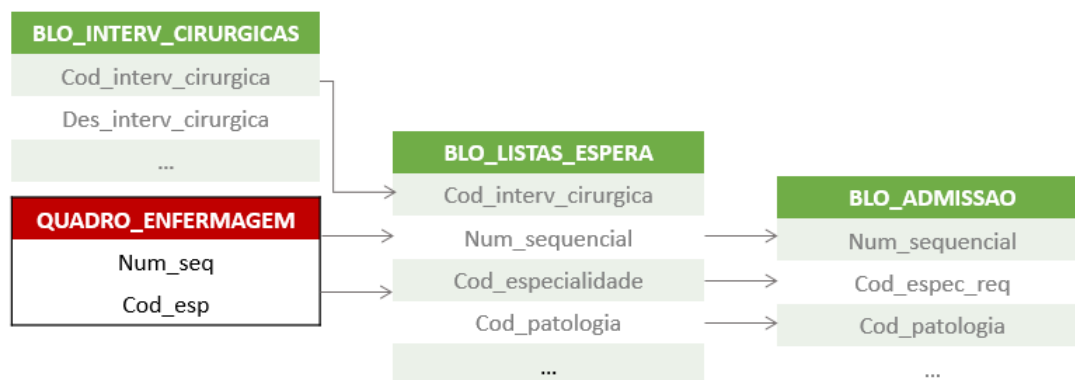


Figura 28.: Sequência efetuada para obtenção de dados sobre as cirurgias associadas ao NUM\_SEQ de cada paciente.

#### 4.4 BASE DE DADOS

Dada a diversidade das fontes de dados utilizadas, como base da aplicação desenvolvida, foi idealizada uma estrutura de *Data Warehouse* estratégica para o efeito. A interpretação do resultado das entrevistas revelou a necessidade de uma interface simples e sinalizadora. Para isso, o quadro de enfermagem foi desenvolvido de forma a que a sua interface fosse baseada em indicadores a diversos níveis. Estes indicadores são valores resultantes de *queries* efetuadas às tabelas auxiliares, e traduzem-se em *ícones* elucidativos, de forma a que a sua perceção fosse o mais rápida e eficaz possível.

As *queries* efetuadas às mais diversas fontes de dados têm como principal filtro o número de episódio de internamento dos pacientes que se encontram parametrizados na tabela principal QUADRO\_ENFERMAGEM. Foi criado um repositório dos resultados dessas *queries* através das tabelas auxiliares, que armazenam toda a informação de todos os episódios de internamento que ainda não receberam alta, incluindo eventos concluídos, agendados, rececionados e a serem efetuados. Foram ainda aproveitados alguns atributos sinalizadores de algumas fontes de dados, para selecionar a informação pretendida.

Dos atos mais comuns no dia-a-dia do internamento, ao nível do paciente, encontram-se a realização de exames e de análises clínicas, a alteração de medicação e regime de dietas, observações e tarefas diárias associadas ao dia-a-dia do paciente na unidade de saúde e cirurgias que possam estar agendadas e que necessitam de uma pré-preparação do paciente. Para cada um destes casos, foi criada uma tabela auxiliar para que a consulta de cada informação fosse facilitada e redirecionada a cada atributo da tabela principal. Seguidamente, serão descritas as duas vertentes da aplicação descrita, ao nível de dados.

#### QUADRO DE ENFERMAGEM

A tabela QUADRO\_ENFERMAGEM é preenchida através das seguintes tabelas auxiliares, respeitando as seguintes restrições:

- **ANALISES:** Tabela preenchida através da fonte de dados da plataforma AIDA. O indicador das análises da tabela principal, foi preenchido com base nos dados que respeitavam as seguintes especificações:

marcado = 1 – Sinalizador que revela que a análise está agendada;

data\_agenda  $\geq$  sysdate – Data de agendamento da análise.

Com a combinação destas especificações obtêm-se todas as análises, de um determinado paciente, que ainda estão por realizar.

- **EXAMES:** Tabela preenchida através da fonte de dados da plataforma AIDA. O indicador dos exames da tabela principal, foi preenchido com base nos dados que respeitavam as seguintes especificações:

marcado = 1 – Sinalizador que revela que o exame está agendado;

data\_exame = NULL – Data em que o exame foi efetuado.

Com a combinação destas especificações obtêm-se todos os exames, de um determinado paciente, que ainda não foram realizados.

- **JEJUM:** Este atributo fica ativo quando existe alguma análise ou algum exame agendado, associado a um determinado paciente, por questões de segurança.
- **DIETAS:** Tabela preenchida através da fonte de dados GAF. O indicador das dietas da tabela principal foi preenchido com base nos dados que respeitavam pelo menos uma das seguintes especificações:

dta\_inicio = sysdate – Data de início de um determinado regime de dietas.

dta\_altera = sysdate – Data de alteração de um determinado regime de dietas.

dta\_fim = sysdate – Data fim de um determinado regime de dietas.

Com a combinação destas especificações, obtêm-se a informação à cerca da associação de novas dietas a um determinado paciente ou ao nível da alteração de algum regime de dieta.

- **MEDICACAO:** Tabela preenchida através da fonte de dados GAF. O indicador da medicação da tabela principal, foi preenchido com base nos dados que respeitavam pelo menos uma das seguintes especificações:

dta\_ini = sysdate – Data de início de toma de uma determinada medicação.

dta\_alter = sysdate – Data de alteração de uma determinada medicação.

dta\_fim = sysdate – Data fim de uma determinada medicação.



Com a combinação destas especificações, obtém-se a informação à cerca da associação de novas medicações a um determinado paciente ou ao nível da alteração de alguma prescrição.

- **CIRURGIAS:** Tabela preenchida através da fonte de dados SONHO. O indicador de cirurgias da tabela principal, foi preenchido com base nos dados que respeitavam uma das seguintes especificações:

$data\_intervencao \geq to\_char(sysdate, 'YYYY-MM-DD')$  – Data de marcação de uma determinada cirurgia. De notar que neste caso específico a margem de tempo foi alargada para que os profissionais fossem alterados previamente sobre atos cirúrgicos futuros, possibilitando a preparação do pré-operatório.

$hora\_ini\_int \geq to\_char(sysdate, 'HH24:MI')$  – Hora de marcação de uma determinada cirurgia.

Com a combinação destas especificações, obtém-se todas as cirurgias agendadas que estão associadas a um determinado paciente.

#### REGISTO CLÍNICO DE INTERNAMENTO

Através do número de episódio de internamento de um determinado paciente, atributo-chave de todo o DW, é possível consultar os seguintes eventos e ações associadas a cada episódio:

- **ANALISES:** Contém todas as informações sobre as análises clínicas, em todos os estados possíveis, ordenadas pelo seu estado.
- **EXAMES:** Contém todas as informações sobre os exames, em todos os estados possíveis, ordenadas pelo seu estado.
- **DIETAS:** Contém todas as informações sobre os regimes de dietas que estiveram ou estão associados a um determinado episódio, ordenadas de forma descendente pela sua data de início.
- **MEDICACAO:** Contém todas as informações sobre as medicações que estiveram ou estão associadas a um determinado episódio, ordenadas de forma descendente pela sua data de início.

- **CIRURGIAS:** Contém todas as informações sobre as cirurgias, que foram ou serão efetuadas, ordenadas de forma descendente pela sua data de intervenção.
- **TAREFAS:** Ao nível das observações e tarefas diárias associadas aos profissionais de saúde, foi criada uma tabela tarefas. Esta tabela permite reforçar a “ponte” de informações idealizada com esta plataforma, para que um determinado turno possa consultar as tarefas e observações efetuadas por o turno anterior. Estas anotações permitem ao profissional de saúde inteirar-se à cerca do estado de saúde atual do paciente, e consequentemente, agir em função disso.

### SCHEMA DO DATA WAREHOUSE

O *schema* do DW construído encontra-se demonstrado na figura 29, em que a tabela principal se encontra interligada às tabelas auxiliares através do EPISODIO.

De notar que ao nível da segurança de acesso à plataforma desenvolvida, foi criada uma tabela de autenticação designada por **USERS**, em que cada unidade de saúde do CHP tem associado a si um determinado *Username* e *Password*.

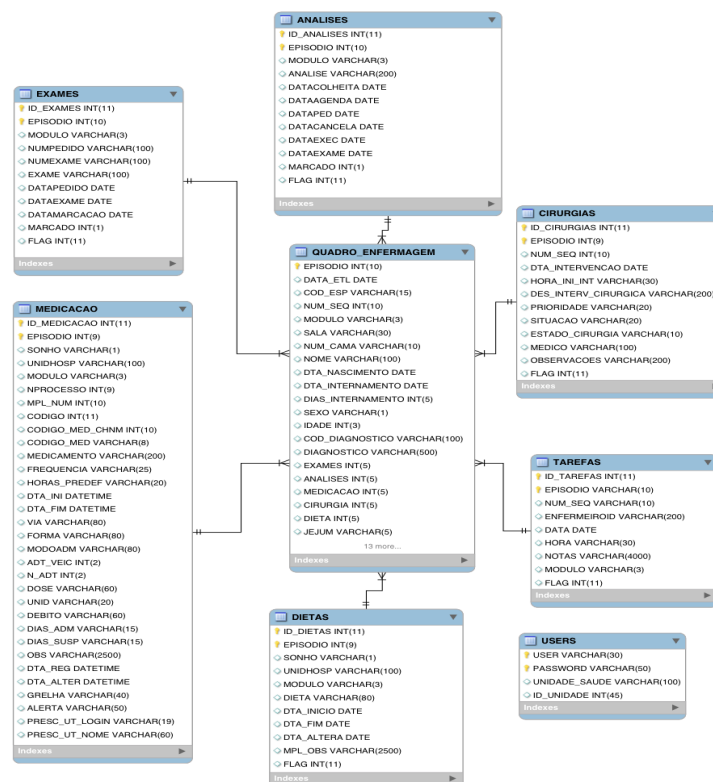


Figura 29.: *Schema* do DW construído que funciona como suporte à aplicação desenvolvida.

### Sistema Multi-Agente

Foram criados oito agentes com ações sequenciais e cíclicas, sendo que os primeiros 7 agentes são responsáveis pelo preenchimento de cada tabela auxiliar, e para que não haja duplicação de informação, é efetuado um *truncate* a cada uma delas, antes de ocorrer a inserção da informação. Optou-se por criar diferentes agentes para cada tabela auxiliar, para não comprometer o desempenho de ações. Estas tabelas contêm um atributo denominado por *flag*, cujo seu valor inicial é 0. Quando é efetuado o *insert* da nova informação, nas tabelas auxiliares, esta *flag* toma o seu valor inicial (0), e quando o 8º Agente efetua o *update* à tabela principal, com base na informação anteriormente inserida nas tabelas auxiliares, a sua ação seguinte é efetuar *update* ao valor da *flag* de cada tabela auxiliar, para o valor 1. Com este mecanismo representado na figura 30, pretende-se obter um sistema de sincronização de dados mais seguro e eficaz, sendo possível sinalizar a informação que foi atualizada num determinado momento.

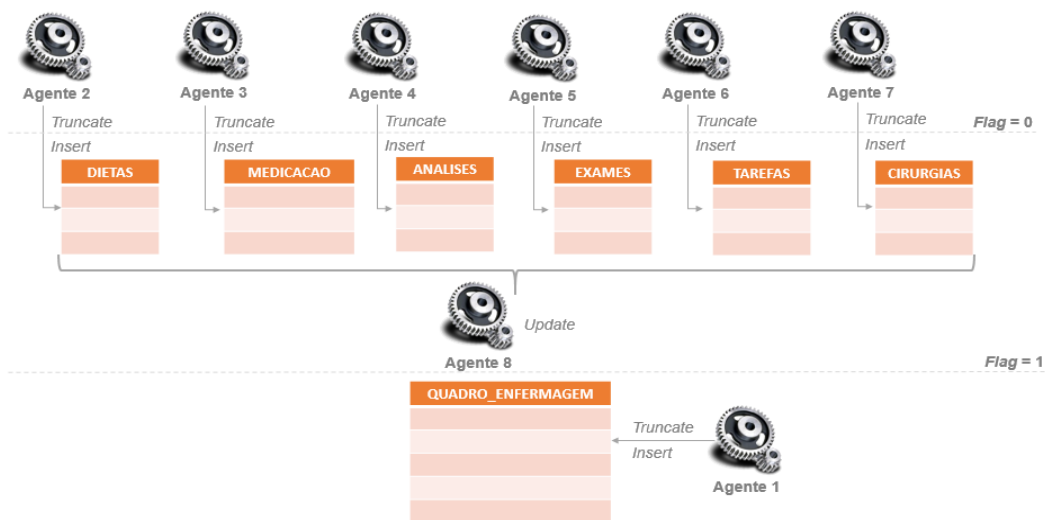


Figura 30.: Esquematização do Sistema Multi-Agente desenvolvido.

Cada agente é programado com um determinado intervalo de tempo e inicializado num determinado momento. Consequentemente, as suas ações são encadeadas para que não haja agentes a impedir ações de outros, garantindo assim o fluxo normal do processo de atualização de informação.

O agente 1 contém um temporizador de uma hora para garantir que novas admissões e altas são atualizadas na plataforma. Este agente consiste no *Insert* das informações

necessárias dos pacientes e que, a partir destas, irão ser desencadeadas as ações posteriores, nomeadamente o episódio de internamento. Durante esta hora, todos os outros agentes irão executar mais do que uma vez, atualizando as tabelas auxiliares e, consequentemente, o agente 8 irá atualizar as restantes informações do quadro de internamento.

#### 4.5 APLICAÇÃO

Foi desenvolvida uma aplicação *web*, como interface da plataforma descrita, para permitir a intervenção humana em contexto real. Assim o utilizador consegue consultar todas as informações relacionadas com um determinado paciente, através do seu registo clínico de internamento. A plataforma é dotada de diversos mecanismos de procura e seleção, agilizando, por exemplo, o processo de passagem de turnos entre os profissionais. Embora que todas as informações necessárias estejam sempre disponíveis na plataforma, o utilizador pode querer selecionar os pacientes, um a um, para explicarem alguma situação que possa ter ocorrido inesperadamente, justificando assim alguma medicação, exame ou análise agendada no momento. Cada unidade de saúde detém ainda um *Username* e *Password* associados, conferindo assim permissões suficientes para aceder à aplicação. De notar que identificadores como nomes de pacientes e médicos, não se encontram disponíveis nas figuras seguintes, por razões de sigilo.

##### PÁGINA INICIAL

A página inicial da plataforma de apoio à prática de cuidados de enfermagem contém um sistema de *Login* que permite o acesso à aplicação.



Figura 31.: Página inicial com sistema de segurança *Login* associado.

### QUADRO DE INTERNAMENTO

Uma das duas componentes que constituem a plataforma desenvolvida é o quadro de internamento, disponível para observação na figura seguinte. Esta componente foi a ideia inicial do projeto, e aqui encontram-se todos os pacientes internados, num determinado momento, numa determinada unidade de saúde do CHP. Neste caso específico, o quadro de internamento é referente ao serviço de cardiologia.

	Data	Episódio	Sala	Cama	Nome Enter Nome...	Sexo	Idade	Diagnóstico	Análises	Exames	Medicação	Dieta	Jejum	Cirurgia	Obs.
<input type="checkbox"/>	26/Jun/17	17013598	S-2 CARDIOLOGIA	012		M	62	SIFILIS CARDIOVASCULAR							Alertas
<input type="checkbox"/>	26/Jun/17	17014302	S-3 CARDIOLOGIA	019		F	64	NEOPLASIA MALIGNA DO CARDIA							
<input type="checkbox"/>	26/Jun/17	17014353	QUARTO 9	009		M	67	DISFUNCOES CARDIOVASCULARES ORIGINADAS EM FACTORES MENTAIS							
<input type="checkbox"/>	26/Jun/17	17014980	QUARTO 11	011		M	75	DISRITMIAS CARDIACAS							Cardioversor-desfibrilhador implantável
<input type="checkbox"/>	26/Jun/17	17015211	S-3 CARDIOLOGIA	021		F	69	PARAGEM CARDIACA							
<input type="checkbox"/>	26/Jun/17	17015948	S-3 CARDIOLOGIA	023		F	84	DOENCA CARDIOVASCULAR, NAO ESPECIFICADA							
<input type="checkbox"/>	26/Jun/17	17016177	S-3 CARDIOLOGIA	020		F	76	ENFARTE AGUDO DO DO MIOCARDIO DA PAREDE INFERIOR NCOP							
<input type="checkbox"/>	26/Jun/17	17016614	S-2 CARDIOLOGIA	014		M	71	RUIDOS CARDIACOS ANORMAIS, NCOP							TVP Doente Médico
<input type="checkbox"/>	26/Jun/17	17017236	S-2 CARDIOLOGIA	013		M	89	ELECTROCARDIOGRAMA ANORMAL (ECG)							Alertas
<input type="checkbox"/>	26/Jun/17	17017844	QUARTO 10	010		M	64	FEBRE REUMATICA COM COMPROMETIMENTO CARDIACO							
<input type="checkbox"/>	26/Jun/17	17017878	S-3 CARDIOLOGIA	018		F	78	COLOCACAO E AJUSTE DE PACEMAKER CARDIACO							
<input type="checkbox"/>	26/Jun/17	17018746	S-3 CARDIOLOGIA	022		F	56	MIOCARDITE DIFTERICA							
<input type="checkbox"/>	26/Jun/17	17018855	S-1 S.C.I.N.P	PPP		M	67	INFECCAO POR HISTOPLASMA CAPSULATUM COM PERICARDITE							
<input type="checkbox"/>	26/Jun/17	17018955	S-1 S.C.I.N.P	PPP		M	67	INSUFICIENCIA CARDIACA SISTOLICA CRONICA AGUDIZADA							
<input type="checkbox"/>	26/Jun/17	17019004	S-1 S.C.I.N.P	PPP		F	84	DOENCA HIPERTENSIVA CARDIO-RENAL, MALIGNA, S/INSUF.CARD C/DRC EST.I-V OU N/ESPECIFICADA							
<input type="checkbox"/>	26/Jun/17	17019058	S-1 S.C.I.N.P	PPP		F	91	ENFARTE AGUDO SUBENDOCARDICO							
<input type="checkbox"/>	26/Jun/17	17019184	S-1 S.C.I.N.P	PPP		F	84	HEMOPERICARDIO							Pacemaker cardiaco
<input type="checkbox"/>	26/Jun/17	17019190	S-1 S.C.I.N.P	PPP		F	78	CARDIOMIOPATIA ALCOOLICA							Pacemaker cardiaco
<input type="checkbox"/>	26/Jun/17	17019286	S-1 S.C.I.N.P	PPP		M	73	ACALASIA E CARDIOESPASMO NAO CONGENITO							Unid.Prev.Reabilitação Cardiaca

Figura 32.: Quadro de internamento da unidade de saúde de Cardiologia.

O quadro de internamento tem como principal ambiente a sala de enfermagem de cada serviço, visualizado através de um monitor dimensionado para o efeito. A aplicação tem de estar instalada numa máquina interna do CHP, ligada ao monitor e à rede interna do CHP. O facto de haver uma máquina disponível permite que um determinado utilizador possa interagir na plataforma e, no caso do quadro de internamento,

possa seleccionar, através da *checkbox* disponível, os pacientes que entender e, clicando na opção *Show All*, consegue filtrar apenas as opções pretendidas. Pode ainda, para efeitos de arquivamento de informações ou mesmo falta de tecnologias informáticas, através da opção *Export to csv*, imprimir a folha de cálculo com a informação contida na página.

O sistema implementado foi idealizado da forma mais simples e eficaz possível, e para isso utilizaram-se *icons* de alerta elucidativos a cada evento. Todos os indicadores representados por esses *icons* pretendem alertar o profissional de saúde que um determinado paciente tem uma ou mais análises, exames ou cirurgias agendadas para aquele dia, ou que sofreu alterações de medicação ou regime de dietas. O atributo JEJUM está acionado quando o paciente tem alguma análise ou exame agendado.

### REGISTO CLÍNICO DE INTERNAMENTO DO PACIENTE

Os episódios dos pacientes internados são a chave para visualizar a componente do registo clínico de internamento. O utilizador tem de "clicar" sobre um determinado episódio para consultar o processo do paciente associado a esse mesmo episódio, aí pode encontrar a duração do episódio de internamento até ao momento, bem como o seu diagnóstico e observações que estejam a si associadas. Se quiser consultar os eventos, ações ou anotações passadas ou futuras associadas a cada paciente, tem disponível um menu de opções descritas posteriormente, que disponibilizam as mesmas ferramentas de procura.

Figura 33.: Página do Registo Clínico associado a um determinado paciente.

• ANÁLISES

Página associada ao episódio N.º 17019286 que contém todas as análises efetuadas (Estado = CONCLUÍDO), e todas as análises por efetuar (Estado = AGENDADO), até ao momento.

Episódio	Análise	Data Colheita	Data Agendamento	Data de Pedido	Data Analise	Estado
17019286	Potássio		27/Jun/2017	26/Jun/2017		AGENDADO
17019286	Hemograma		27/Jun/2017	26/Jun/2017		AGENDADO
17019286	Creatinina		27/Jun/2017	26/Jun/2017		AGENDADO
17019286	Ureia		27/Jun/2017	26/Jun/2017		AGENDADO
17019286	Creatinaquinase Total (CK)		27/Jun/2017	26/Jun/2017		AGENDADO
17019286	Creatinaquinase MB massa (CK MB massa)		27/Jun/2017	26/Jun/2017		AGENDADO
17019286	Troponina T		27/Jun/2017	26/Jun/2017		AGENDADO
17019286	Mioglobina		27/Jun/2017	26/Jun/2017		AGENDADO
17019286	Sódio		27/Jun/2017	26/Jun/2017		AGENDADO
17019286	Cloretos		27/Jun/2017	26/Jun/2017		AGENDADO
17019286	Creatinaquinase Total (CK)	26/Jun/2017	26/Jun/2017	26/Jun/2017	26/Jun/2017	CONCLUÍDO
17019286	Creatinaquinase MB massa (CK MB massa)	26/Jun/2017	26/Jun/2017	26/Jun/2017	26/Jun/2017	CONCLUÍDO
17019286	Troponina T	26/Jun/2017	26/Jun/2017	26/Jun/2017	26/Jun/2017	CONCLUÍDO
17019286	Mioglobina	26/Jun/2017	26/Jun/2017	26/Jun/2017	26/Jun/2017	CONCLUÍDO

Figura 34.: Página das Análises associadas ao registo de internamento de um determinado paciente.

• EXAMES

Página associada ao episódio N.º 17019058 que contém todos os exames efetuados (Estado = CONCLUÍDO), e todos os exames por efetuar (Estado = AGENDADO), até ao momento.

Episódio	Exame	Data Pedido	Data Exame	Data de Marcação	Estado
17019058	Pacemaker e Desfibriladores	26/Jun/2017		23/Oct/2017	AGENDADO
17019058	Diversos	26/Jun/2017	26/Jun/2017	26/Jun/2017	CONCLUÍDO
17019058	Pacemaker e Desfibriladores	26/Jun/2017	26/Jun/2017	26/Jun/2017	CONCLUÍDO

Figura 35.: Página dos Exames associados ao registo de internamento de um determinado paciente.

- MEDICAÇÃO

Página associada ao episódio N.º 17019286 que contém todas as prescrições de medicação passadas (Data Fim != NULL), e todas as medicações vigoradas num determinado período de tempo atual (Data Fim = NULL).

Episódio	Medicamento	Freq.	Hora	Data Início --	Data Fim --	Data Alteração --	Via	Forma	Dose	Un.	Obs.	Alertas	Prescritor
17019286	clopidogrel	24/24h		27/Jun/2017 00:00		26/Jun/2017 15:16	Via oral	Comprimido	75	mg			
17019286	ácido acetilsalicílico (aspirina)	Almoço		26/Jun/2017 15:16		26/Jun/2017 15:16	Via oral	Comprimido	100	mg			
17019286	atorvastatina	24/24h		26/Jun/2017 15:16		26/Jun/2017 15:16	Via oral	Comprimido	40	mg			
17019286	pantoprazol	Jejum		26/Jun/2017 15:15		26/Jun/2017 15:16	Via oral	Comprimido	40	mg			

Figura 36.: Página da Medicação associada ao registo de internamento de um determinado paciente.

- REGIME DE DIETAS

Página associada ao episódio N.º 17013598 que contém todos os regimes de dietas prescritas passadas (Data Fim != NULL), e todas as dietas vigoradas num determinado período de tempo atual (Data Fim = NULL).

Episódio	Dieta	Data Início --	Data Fim --	Data Alteração --	Observações
17013598	Dieta para Adulto Líquida Líquida 1	25/Jun/2017			
17013598	Dieta para Adulto Ligeira Ligeira Pastosa	23/May/2017	27/May/2017	27/May/2017	vigiar tolerancia para progressão na dieta
17013598	Dieta para Adulto Líquida Líquida 1	17/May/2017	23/May/2017	23/May/2017	vigiar tolerancia para progressão na dieta

Figura 37.: Página das Dietas associadas ao registo de internamento de um determinado paciente.



- CIRURGIAS

Página associada ao episódio N.º 17019190 que contém cirurgias passadas (ESTADO = Fechado), bem como todas as cirurgias agendadas (ESTADO = Fechado).

Figura 38.: Página das Cirurgias associadas ao registo de internamento de um determinado paciente.

- TAREFAS DIÁRIAS

A página das tarefas diárias contém todas as observações e notas que os enfermeiros e auxiliares de saúde da unidade, durante o seu turno, gravam no seu sistema (SCLi-nico). Neste exemplo, dois enfermeiros escreveram anotações sobre o episódio N.º 17017236.

Figura 39.: Página das Tarefas Diárias associadas ao registo de internamento de um determinado paciente.

---

## PROVA DE CONCEITO

---

Depois de desenvolvida a plataforma, é necessário validar a sua aplicabilidade em contexto e ambiente real. Para isso, foi aplicada a Prova de Conceito (PoC) com o objetivo de demonstrar que a tecnologia desenvolvida é adaptável aos olhos das TI.

Nesse seguimento, inicialmente é avaliado o protótipo desenvolvido com o intuito de assegurar a sua viabilidade e, posteriormente, são avaliados os resultados da tecnologia resultante, devidamente enquadrada num ambiente de pré-produção, durante um período de testes, para a possibilidade de encontrar possíveis melhorias necessárias ao projeto, antes da entrega da versão final do produto. Sucintamente, a PoC tem como principal objetivo avaliar se o conceito teórico defendido, se verifica no modelo prático desenvolvido. No contexto do caso de estudo, a PoC irá avaliar se os principais objetivos iniciais foram, ou não, atingidos.

Foi realizada uma prova de conceito para validar a utilidade da ferramenta de apoio à decisão e à prática clínica desenvolvida, através de uma análise *Strengths Weaknesses Opportunities and Threats* (SWOT) e da aplicação do *Technology Acceptance Model* (TAM), em português designado por um Modelo de Aceitação da Tecnologia (MAT), terminologia adotada posteriormente.

### 5.1 ANÁLISE SWOT

A análise SWOT avalia as principais Forças (*Strengths*), Fraquezas (*Weaknesses*), Oportunidades (*Opportunities*) e Ameaças (*Threats*) refletidas no projeto. Em português, esta análise pode designar-se por FOFA e, habitualmente, é representada por uma matriz, ilustrada na figura 40. Esta ferramenta de planeamento estratégico avalia o ambiente interno e externo de um determinado produto ou organização, fundamen-

tando decisões e alternativas aos seus pontos fortes e fracos, às suas oportunidades e também às suas ameaças[43].



Figura 40.: Ilustração da Matriz representativa das principais características da análise SWOT.

Depreende-se por fatores favoráveis todos aqueles que contribuam de forma positiva para atingir os objetivos inicialmente impostos, ao passo que os fatores desfavoráveis têm o efeito contrário, sendo encarados como obstáculos. Estes dois tipos de fatores podem ser de natureza interna, cuja organização ou o produto podem auto-controlar, enquanto que, os de natureza externa são incontrolláveis na sua ótica.

Relativamente ao caso de estudo, a análise SWOT avaliou o protótipo da nova plataforma, com o objetivo de reunir os pontos fortes e pontos fracos encontrados, bem como oportunidades e ameaças.

#### PONTOS FORTES

- Aumento dos níveis de interoperabilidade entre os diferentes SIH utilizados;
- Acesso imediato a toda a informação relevante sobre os pacientes internados, nomeadamente, sobre a sua localização na unidade de saúde;
- Facilidade de utilização, através de uma interface simples e intuitiva;
- Apresentação da informação de forma resumida e objetiva na ótica de um enfermeiro e demais profissionais de saúde;

- Segurança de dados através de um mecanismo de autenticação da plataforma;
- Elevada adaptabilidade e escalabilidade da plataforma, sendo também multi-plataforma ;
- Sistema evolutivo e modular, podendo ser melhorado continuamente, com base na estrutura criada inicialmente.

#### PONTOS FRACOS

- A plataforma é alimentada, ao nível da informação, por sistemas de informação que nem sempre são bem utilizados pelos profissionais, o que resulta em ausência de dados;
- A plataforma apenas pode ser acedida através da ligação à rede interna do CHP;
- Atualmente, informações como jejum e telemetrias associadas ao paciente, não se encontram acessíveis informaticamente.

#### OPORTUNIDADES

- Diminuição de erros associados à prática clínica;
- Aumento da qualidade e eficácia dos cuidados de saúde, recorrendo a tecnologias inovadoras;
- Aumento de *clusters* de dados clínicos, gerando diversos indicadores, tanto ao nível clínico como ao nível de *performance*;
- Aumento progressivo da Interoperabilidade Hospitalar a todos os níveis.

#### AMEAÇAS

- Falhas ou mudanças estruturais ao nível das bases de dados que “alimentam” a plataforma, pode pôr em causa a sua principal função;
- Pouca aceitação junto dos profissionais de saúde, visto que a nova plataforma fará parte do seu dia-a-dia de trabalho, o que obrigaria a uma mudança e adaptabilidade por parte de cada profissional.
- Novos sistemas podem surgir, ocorrendo assim concorrência e competitividade com o projeto desenvolvido.

## 5.2 TECHNOLOGY ACCEPTANCE MODEL (TAM)

Após o desenvolvimento de um novo produto, é urgente compreender e criar condições para que este seja aceite pelo seu público-alvo. Nesse seguimento, têm surgido diversos modelos teóricos sobre a avaliação da usabilidade, aceitação e usabilidade de uma determinada tecnologia. Entre eles, destaca-se o Modelo de Aceitação da Tecnologia (MAT) da autoria de *Davis*. Este modelo surgiu em meados de 1985, baseado no modelo de Teoria de Ação Racional (TAR), e destacou-se pelos seus resultados eficazes e coerentes no que toca à previsão de impacto da tecnologia junto à sua comunidade. Este modelo é adaptado especificamente às TI, sendo utilizado com frequência na área médica, com o objetivo de avaliar os diferentes SIH. Sucintamente, o MAT proporciona uma base sólida para mapear o impacto que os fatores externos têm sobre os fatores intrínsecos a um determinado indivíduo. Esses fatores externos podem ser medidos através de variáveis associadas ao foro afetivas e cognitivas [57].

Segundo [58], o modelo MAT revela que a intenção comportamental dos utilizadores sobre a utilização de uma determinada TI, baseia-se em dois pressupostos:

UTILIDADE PERCEBIDA (UP): O utilizador acredita que a nova tecnologia irá melhorar o desempenho e rendimento no seu trabalho;

FACILIDADE DE USO PERCEBIDA (FUP): Nível de crença sobre a facilidade e ausência de esforço na utilização da nova TI;

Desde a sua versão original, o MAT já foi estendido à sua terceira atualização, até ao momento. A sua segunda versão (MAT2), alteração proposta por *Venkatesh e Davis*, consiste na definição dos aspetos determinantes sobre a UP e dois moderadores a si associados. Os aspetos determinantes da UP de uma determinada tecnologia são, ao nível da influência social, a NORMA SUBJETIVA e IMAGEM, que definem se o utilizador condiciona ou não, o uso da nova TI com base na opinião de terceiros ou mesmo sobre a sua influência no *status* social do indivíduo. O aspeto RELEVÂNCIA NO TRABALHO é intrínseco às atividades diárias do utilizador e determina se o uso da tecnologia desenvolvida é aplicável ou não ao seu contexto real de trabalho. Em consequência disso, se a TI for aplicável, é determinada a QUALIDADE DO OUTPUT, consoante a experiência do utilizador associada à nova tecnologia. Por fim, o indicador DEMONSTRABILIDADE DE RESULTADOS revela o grau de crença do utilizador sobre os resultados do uso da tecnologia [59].

Posteriormente, a terceira versão do modelo (MAT<sub>3</sub>) combinou os aspetos supra-mencionados do modelo MAT<sub>2</sub> com novos aspetos associados à FUP, sendo estes a AUTO-EFICÁCIA COMPUTACIONAL, que consiste no nível da crença do utilizador quanto ao grau de usabilidade computacional na realização de tarefas. A PERCEÇÃO DE CONTROLO EXTERNO que indica o grau da crença do utilizador sobre a existência de recursos organizacionais e técnicos para apoiar o uso do sistema desenvolvido. A ANSIEDADE COMPUTACIONAL bem como LUCIDADE COMPUTACIONAL, revelam a apreensão e espontaneidade cognitiva em interações computacionais. O PRAZER PERCEBIDO indica o quanto a utilização do novo sistema é agradável, avaliando também o esforço real dedicado às tarefas específicas do sistema, através do aspeto USABILIDADE OBJETIVA. Assim sendo, o modelo MAT<sub>3</sub> assenta nos seguintes pressupostos [58]:

UTILIDADE PERCEBIDA (UP): O indivíduo acredita que o sistema desenvolvido o irá auxiliar nas suas atividades correntes;

FACILIDADE DE USO PERCEBIDA (FUP): Crença do utilizador sobre a utilizada intuitiva da nova TI;

INTENÇÃO DO USO (IU): Planificações conscientes da utilização do novo sistema, para que este tenha o comportamento *à priori* previsto;

USO REAL (UR): Planificação consistente da utilização real da TI.

Relativamente ao caso de estudo, este modelo foi utilizado, tendo em conta as suas atualizações, para avaliar o comportamento dos indivíduos da comunidade-alvo relativamente à nova tecnologia, prevendo e justificando a sua aceitação ou rejeição, delineando possivelmente melhorias a efetuar. Para isso, foi desenvolvido um questionário com o objetivo de avaliar o impacto da plataforma desenvolvida perante os seus utilizadores. Este foi preparado de uma forma simplista e de resposta rápida, através da *Escala de Likert*, constituída cinco níveis que vão desde "Discordo completamente" até "Concordo completamente". Este questionário pode ser consultado no Anexo B e subdivide-se em duas sub-seções, que pretendem inquirir o utilizador relativamente à sua opinião sobre a aplicação desenvolvida, bem como em que tipo de dispositivo acedeu à plataforma.



---

## CONCLUSÕES

---

O projeto descrito ao longo da dissertação teve como principal foco o internamento hospitalar, sendo das áreas mais importantes e dinâmicas no dia-a-dia de uma instituição, e a que envolve mais profissionais de saúde das mais diversas formações académicas, desde médicos a enfermeiros, a auxiliares e técnicos de saúde. Por consequência cada um deles tem, por vezes, diferentes conceitos quando se deparam com um determinado problema. Posto isto, e aliado ao elevado ritmo de trabalho evidenciado, a uniformização da informação clínica e a necessidade da disponibilização de informação para todos os profissionais, impulsionou o desenvolvimento do protótipo inicialmente idealizado.

Cada vez mais, o apoio das novas tecnologias à prestação de cuidados de saúde ao paciente, nas instituições, é emergente. Neste seguimento, o desenvolvimento deste sistema de suporte ao internamento pretende contribuir para a melhoria da qualidade dos cuidados de saúde ao paciente. Assim sendo, a solução desenvolvida tem como principais focos o paciente e o seu bem-estar, reduzindo a possibilidade da sua exposição ao erro clínico, e o auxílio às práticas clínicas, nomeadamente, por parte dos enfermeiros. Todos os profissionais de saúde abordados na fase das entrevistas, se demonstraram entusiasmados e confiantes na solução, com a consciência de que o seu trabalho diário passará a ter um elevado e benéfico acompanhamento.

As principais motivações neste projeto, face aos resultados das respostas obtidas ao questionário inicial, foram: diminuição de potenciais erros clínicos, a vários níveis, bem como a criação de pontes de interoperabilidade entre os diferentes SIH portadores da informação relevante e reunida. Na presente dissertação são efetuadas todas as descrições e procedimentos necessários para a compreensão do desenvolvimento efetuado, desde o protótipo idealizado até à plataforma BI desenvolvida. Os principais



contributos do trabalho desenvolvido e propostas para trabalho futuro serão descritos nas secções seguintes.

### 6.1 PRINCIPAIS CONTRIBUTOS

O trabalho desenvolvido ao longo desta dissertação teve como principal objetivo a criação de um pequeno sistema inicial para, posteriormente, dar origem a um robusto sistema de suporte ao internamento. Este sistema visa apoiar as ações no dia-a-dia dos enfermeiros e demais profissionais de internamento, apoiando também, de certa forma, decisões clínicas em tempo real. A importância desta plataforma traduziu-se no objetivo da potencial diminuição do erro clínico, de médio a longo prazo, melhorando a prestação de cuidados de saúde ao paciente e impedindo assim problemas que envolvam algum tipo de custo, por negligência clínica.

Para avaliar o impacto da plataforma em contexto real, foi efetuada uma análise de SWOT e um estudo de usabilidade, conseguindo também delinear estratégias futuras e alternativas a opções implementadas com impactos menos positivos. Apenas a longo prazo, quando forem efetuadas auditorias e estatísticas ao CHP, é que se poderá evidenciar alguma melhoria nos seus resultados.

### 6.2 PERSPETIVAS PARA TRABALHO FUTURO

Como trabalho futuro, ao nível da aplicação, esta poderá ser ampliada para todas as outras unidades de saúde da instituição hospitalar, sofrendo adaptabilidade dependendo da necessidade de cada serviço. Outra melhoria será a transformação da aplicação *Web* numa aplicação *Mobile*, através da *framework* REACT-NATIVE, uma vez que a *library* ReactJS foi a utilizada no desenvolvimento da interface da aplicação *Web* resultante.

Ao nível da base de dados foram identificados alguns temas que, *à priori*, enriqueceriam a plataforma desenvolvida, mas posteriormente não foi possível a sua inclusão, pelo facto dos dados não estarem disponíveis informaticamente ou mesmo o facto da informação disponível na base de dados não corresponder ao contexto real de internamento.

As salas de internamento da unidade de saúde de cardiologia, por vezes, não correspondem ao contexto real, resultado do auto-mapeamento das salas e das camas que

os profissionais de saúde fazem ao longo do dia. O facto de, por vezes, haver falta de camas para o número internados, pode levar a que essa incoerência de dados aumente. A solução será, durante um determinado período de tempo, inculcar aos profissionais o cumprimento da numeração atribuída aquando a admissão do doente.

Outro problema ao nível da localização dos pacientes na unidade de saúde centra-se nas camas PPP, que consistem em camas portáteis e articuladas, não estando fisicamente alocada a uma determinada sala, o que consequentemente se traduz na incoerência sentida ao nível do sistema. Todas as camas que existem na unidade não são numeradas nem distinguidas, o que traz ambiguidade ao nível de informatização dos dados. A provável solução seria, após o possível mapeamento das salas, anteriormente mencionado, alocar as camas PPP às respetivas salas, numerando-as.

Sempre que um determinado exame ou análise é agendado, o código único que identifica o tipo de exame/análise, tem a si associado um determinado ficheiro com as instruções de preparação para o evento em questão. A maioria das vezes, estes não são consultados e só aí é que a informação sobre a necessidade de jejum é encontrada, ou seja, esta informação não está parametrizada ao nível da base de dados do sistema do CHP. Como trabalho futuro, a parametrização de todos os exames/análises ao nível das suas condições, selecionando atributos relevantes para o efeito, ao nível da base de dados, seria uma evolução, embora um pouco duradoura, bastante proveitosa. De notar que até à versão final do projeto, a interface poderá sofrer algumas melhorias.



---

## BIBLIOGRAFIA

---

- [1] Melinda Beeuwkes Buntin, Matthew F Burke, Michael C Hoaglin, and David Blumenthal. The benefits of health information technology: a review of the recent literature shows predominantly positive results. *Health affairs*, 30(3):464–471, 2011.
- [2] James Reason. Human error: models and management. *BMJ: British Medical Journal*, 320(7237):768, 2000.
- [3] Molla S Donaldson, Janet M Corrigan, Linda T Kohn, et al. *To err is human: building a safer health system*, volume 6. National Academies Press, 2000.
- [4] Engineering National Academies of Sciences, Medicine, et al. *Improving diagnosis in health care*. National Academies Press, 2016.
- [5] Paulo Sousa, António Sousa Uva, Florentino Serranheira, Carla Nunes, and Ema S Leite. Estimating the incidence of adverse events in portuguese hospitals: a contribution to improving quality and patient safety. *BMC health services research*, 14(1):311, 2014.
- [6] Enrico Coiera. Healthcare terminologies and classification systems. *Guide to Health Informatics*, Hodder Arnold, pages 201–216, 2003.
- [7] Soudabeh Khodambashi. Business process re-engineering application in health-care in a relation to health information systems. *Procedia Technology*, 9:949–957, 2013.
- [8] Who/europe — nurses and midwives: a vital resource for health. european compendium of good practices in nursing and midwifery towards health 2020 goals. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/Health-systems/nursing-and-midwifery/publications/2015/nurses-and-midwives-a-vital-resource-for-health.-european-compendium-of-good-practices-in-nursing-and-midwifery-towards-health>. (Acedido a 02/06/2017).

- [9] Josceli Maria Tenório, Anderson Diniz Hummel, Vera Lucia Sdepanian, Ivan Torres Pisa, and Heimar de Fátima Marin. Experiências internacionais da aplicação de sistemas de apoio à decisão clínica em gastroenterologia. *Journal of health informatics*, 3(1):27, 2011.
- [10] Wilfred Bonney. Applicability of business intelligence in electronic health record. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 73:257–262, 2013.
- [11] Kenneth C Laudon, Jane P Laudon, Mary Elizabeth Brabston, Margo Chaney, Lisa Hawkins, and Shelley Gaskin. *Management Information Systems: Managing the Digital Firm, Seventh Canadian Edition (7th)*. Pearson, 2012.
- [12] Júlio Duarte, Sara Castro, Manuel Santos, António Abelha, and José Machado. Improving quality of electronic health records with snomed. *Procedia Technology*, 16:1342–1350, 2014.
- [13] Ricardo Costa, Paulo Novais, José Machado, Carlos Alberto, and José Neves. Inter-organization cooperation for care of the elderly. In *Integration and Innovation Orient to E-Society Volume 2*, pages 200–208. Springer, 2007.
- [14] Theo Lippeveld, Rainer Sauerborn, Claude Bodart, et al. *Design and implementation of health information systems*. World Health Organization Geneva, 2000.
- [15] Elske Ammenwerth, Anke Buchauer, Reinhold Haux, et al. A requirements index for information processing in hospitals. *Methods of Information in Medicine-Methodik der Information in der Medizin*, 41(4):282–288, 2002.
- [16] Gudrun Hubner-Bloder, Elske Ammenwerth, Birgit Brigl, and Alfred Winter. Specification of a reference model for the domain layer of a hospital information system. *Studies in health technology and informatics*, 116:497–502, 2005.
- [17] What is interoperability? — himss. <http://www.himss.org/library/interoperability-standards/what-is-interoperability>. (Acedido a 02/06/2017).
- [18] Reza Rezaei, Thiam Kian Chiew, Sai Peck Lee, and Zeinab Shams Aliee. Interoperability evaluation models: A systematic review. *Computers in Industry*, 65(1):1–23, 2014.

- [19] Luciana Cardoso, Fernando Marins, Filipe Portela, Manuel Santos, António Abelha, and José Machado. The next generation of interoperability agents in health-care. *International journal of environmental research and public health*, 11(5):5349–5371, 2014.
- [20] Why interoperability matters. <http://www.aha.org/content/15/interoperabilitymatters.pdf>. (Acedido a 06/06/2017).
- [21] Sistemas multi-agente. <https://web.fe.up.pt/~lpreis/Tese/Capitulo3.PDF>. (Acedido a 07/06/2017).
- [22] Luciana Cardoso, Fernando Marins, Filipe Portela, António Abelha, and José Machado. Healthcare interoperability through intelligent agent technology. *Procedia Technology*, 16:1334–1341, 2014.
- [23] Júlio Duarte, Maria Salazar, Cesar Quintas, Manuel Santos, José Neves, António Abelha, and Jose Machado. Data quality evaluation of electronic health records in the hospital admission process. In *Computer and Information Science (ICIS), 2010 IEEE/ACIS 9th International Conference on*, pages 201–206. IEEE, 2010.
- [24] Kai Zheng. Clinical decision-support systems. In *Encyclopedia of library and information sciences*, pages 1061–1069, 2010.
- [25] Mark A Musen, Blackford Middleton, and Robert A Greenes. Clinical decision-support systems. In *Biomedical informatics*, pages 643–674. Springer, 2014.
- [26] ES Berner. Clinical decision support systems: State of the art. agency for health-care research and quality. *US Department of Health and Human Services. Publication*, (09-0069), 2009.
- [27] Eta S Berner. *Clinical decision support systems*. Springer, 2007.
- [28] Caroline E Butler, Simon Noel, Stephen P Hibbs, David Miles, Julie Staves, Payam Mohaghegh, Paul Altmann, Elinor Curnow, and Michael F Murphy. Implementation of a clinical decision support system improves compliance with restrictive transfusion policies in hematology patients. *Transfusion*, 55(8):1964–1971, 2015.
- [29] Salvador Rodriguez Loya, Kensaku Kawamoto, Chris Chatwin, and Vojtech Huser. Service oriented architecture for clinical decision support: a systematic review and future directions. *Journal of medical systems*, 38(12):140, 2014.

- [30] Surajit Chaudhuri, Umeshwar Dayal, and Vivek Narasayya. An overview of business intelligence technology. *Communications of the ACM*, 54(8):88–98, 2011.
- [31] MBA Cynthia McKinney, PMP FHIMSS, and RRT Ray Hess. *Implementing business intelligence in your healthcare organization*. HIMSS Books, 2012.
- [32] Juan Trujillo and Alejandro Maté. Business intelligence 2.0: A general overview. In *Business Intelligence*, pages 98–116. Springer, 2012.
- [33] Introduction sap bi. <http://www.guru99.com/introduction-sap-bi.html>. (Acedido a 10/06/2017).
- [34] João Ferreira, Miguel Miranda, António Abelha, and José Machado. O processo etl em sistemas data warehouse. In *INForum*, pages 757–765, 2010.
- [35] Izak Benbasat, David K Goldstein, and Melissa Mead. The case research strategy in studies of information systems. *MIS quarterly*, pages 369–386, 1987.
- [36] Marlei Pozzebon and Henrique MR De Freitas. Pela aplicabilidade: com um maior rigor científico-dos estudos de caso em sistemas de informação. *Revista de Administração contemporânea*, 2(2):143–170, 1998.
- [37] Salvatore T March and Veda C Storey. Design science in the information systems discipline: an introduction to the special issue on design science research. *MIS quarterly*, pages 725–730, 2008.
- [38] Alan Hevner and Samir Chatterjee. *Design science research in information systems*. Springer, 2010.
- [39] Ken Peppers, Tuure Tuunanen, Marcus A Rothenberger, and Samir Chatterjee. A design science research methodology for information systems research. *Journal of management information systems*, 24(3):45–77, 2007.
- [40] Shirley Gregor and Alan R Hevner. Positioning and presenting design science research for maximum impact. *MIS quarterly*, 37(2):337–355, 2013.
- [41] Vijay Vaishnavi and William Kuechler. Design research in information systems. 2004.

- [42] Reboot — design research: What is it and why do it? <https://reboot.org/2012/02/19/design-research-what-is-it-and-why-do-it/>. (Acedido a 14/06/2017).
- [43] Robert L. Glass, Iris Vessey, and Venkataraman Ramesh. Research in software engineering: an analysis of the literature. *Information and Software technology*, 44(8):491–506, 2002.
- [44] Ygal Bendavid, Samuel Fosso Wamba, and Louis A Lefebvre. Proof of concept of an rfid-enabled supply chain in a b2b e-commerce environment. In *Proceedings of the 8th international conference on Electronic commerce: The new e-commerce: innovations for conquering current barriers, obstacles and limitations to conducting successful business on the internet*, pages 564–568. ACM, 2006.
- [45] Teresa Cardoso, Isabel Alarcão, and Jacinto Antunes Celorico. *Revisão da literatura e sistematização do conhecimento*. Porto Editora, 2010.
- [46] António Bento. Como fazer uma revisão da literatura: Considerações teóricas e práticas. *Revista JA (Associação Académica da Universidade da Madeira)*, (65):42–44, 2012.
- [47] Paul J Lavrakas. *Encyclopedia of Survey Research Methods: AM.*, volume 1. Sage, 2008.
- [48] Research methods. <https://www.cluteinstitute.com/ojs/index.php/JBER/article/viewFile/2532/2578>. (Acedido a 14/06/2017).
- [49] Nils Eriksson and Christofer Ärleryd. *Elmulating javascript*, 2016.
- [50] Reactjs vs angular comparison: Which is better? <https://da-14.com/blog/reactjs-vs-angular-comparison-which-better>. (Acedido a 15/06/2017).
- [51] Front-end frameworks. <http://stateofjs.com/2016/frontend/>. (Acedido a 15/06/2017).
- [52] Reactjs vs angular comparison: Which is better? — da-14. <https://da-14.com/blog/reactjs-vs-angular-comparison-which-better>. (Acedido a 15/06/2017).
- [53] Bootstrap · the world’s most popular mobile-first and responsive front-end framework. <http://getbootstrap.com/>. (Acedido a 15/06/2017).



- [54] Cesare Pautasso. Restful web service composition with bpel for rest. *Data & Knowledge Engineering*, 68(9):851–866, 2009.
- [55] Node.js. [https://www.tutorialspoint.com/nodejs/nodejs\\_tutorial.pdf](https://www.tutorialspoint.com/nodejs/nodejs_tutorial.pdf). (Accedido a 20/06/2017).
- [56] VIVEK CHAPLOT. Databases management systems (dbms). *International Education and Research Journal*, 1(2), 2017.
- [57] Fred D Davis, Richard P Bagozzi, and Paul R Warshaw. User acceptance of computer technology: a comparison of two theoretical models. *Management science*, 35(8):982–1003, 1989.
- [58] Viswanath Venkatesh and Hillol Bala. Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. *Decision sciences*, 39(2):273–315, 2008.
- [59] Viswanath Venkatesh and Fred D Davis. A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management science*, 46(2):186–204, 2000.






---

## QUESTIONÁRIO INICIAL

---



### Inquérito no âmbito da melhoria da prática de cuidados de Enfermagem

O seguinte inquérito faz parte do projeto de dissertação "Plataforma de Apoio à Prática de Cuidados de Enfermagem em Contexto Hospitalar" realizado por Daniela Rijo, aluna do Mestrado Integrado Engenharia Biomédica, Ramo de Informática Médica, Universidade do Minho. Solicita-se a colaboração de todos os profissionais de saúde abordados, com o objetivo de tornar o estudo mais real e possível para um futuro uso e, por consequente, contribuir para a melhoria da prestação de serviços clínicos. \*Obrigatório

1. Na sua opinião, os doentes são adequadamente vigiados durante todos os turnos? \*  
 Sim   
 Não
2. As alterações do estado clínico do doente são igualmente conhecidas por todos os enfermeiros da sua unidade de saúde? \*  
 Sim   
 Não
3. Alguma vez se deparou com a possibilidade de existência de complicações do estado do doente devido a falhas nos meios de informação? \*  
 Sim   
 Não
4. Alguma vez se deparou com erros de medicação/dosagem? \*  
 Sim   
 Não
5. Alguma vez assistiu à ocorrência de falhas de comunicação, nomeadamente, sobre mudanças na acomodação dos doentes (trocas de camas)? \*  
 Sim   
 Não
6. Alguma vez assistiu à ocorrência de falhas de comunicação, nomeadamente, ao nível de ausências de registos do turno anterior? \*  
 Sim   
 Não
7. Alguma vez teve dificuldade em aceder ao processo clínico atualizado do doente? \*  
 Sim   
 Não
8. Na sua opinião, seria oportuno o apoio das novas tecnologias à prestação diária de cuidados de saúde na sua unidade? \*  
 Sim   
 Não

Obrigada!



## QUESTIONÁRIO FINAL



Universidade do Minho  
Escola de Engenharia



centro hospitalar  
do Porto

### Questionário sobre a Plataforma de Apoio à Prática de Cuidados de Enfermagem

O questionário tem como objetivo avaliar o grau de usabilidade e utilidade da Plataforma de Apoio à Prática de Cuidados de Enfermagem em Contexto Hospitalar. Solicita-se a colaboração de todos os profissionais de saúde abordados para uma futura melhoria e evolução do sistema desenvolvido. \*Obrigatório

#### UTILIZAÇÃO

1. Qual a sua função no Centro Hospitalar do Porto? \*

Médico  Enfermeiro   
Técnico  Outra

2. Através de que dispositivos acedeu à aplicação? \*

Computador  Smartphone   
Tablet  Outro

3. Com que frequência consulta a aplicação? \*

Diversas vezes ao dia  Uma vez por dia   
Raramente  Outro

#### PLATAFORMA DESENVOLVIDA

4. A aplicação desenvolvida é bastante simples e intuitiva. \*

0	1	2	3	4
---	---	---	---	---

Discordo completamente Concordo completamente

5. Os termos utilizados são adequados e corretos. \*

0	1	2	3	4
---	---	---	---	---

Discordo completamente Concordo completamente

6. O *Design* da plataforma é o mais adequado ao contexto da sua utilização. \*

0	1	2	3	4
---	---	---	---	---

Discordo completamente Concordo completamente

7. A aplicação apresenta toda a informação necessária ao contexto de internamento hospitalar. \*

0	1	2	3	4
---	---	---	---	---

Discordo completamente Concordo completamente

8. A informação é de fácil consulta e está constantemente atualizada. \*

0	1	2	3	4
---	---	---	---	---

Discordo completamente Concordo completamente

9. A plataforma desenvolvida auxilia o seu dia-a-dia na sua unidade de saúde, simplificando as suas ações. \*

0	1	2	3	4
---	---	---	---	---

Discordo completamente Concordo completamente

10. Como classifica o sistema desenvolvido para o apoio às práticas de enfermagem em contexto hospitalar? \*



Obrigada!



---

## PUBLICAÇÕES

---

### C.1 IMPROVING NURSING PRACTICE THROUGH INTEROPERABILITY AND INTELLIGENCE

**Autores:** Daniela Oliveira, Júlio Duarte, António Abelha e José Machado

**Conferência:** Proceedings of FiCloud 2017, Prague, Czech Republic

**Ano:** 2017

**Abstract:** *Hospital inpatient care comprises one of the most demanding services in health institutions when providing a careful and continuous healthcare assistance. Such demands require constant update of the patients' electronic health record allied with support systems responsible for monitoring their clinical information. In this context, this paper presents a new web platform for daily monitoring of patients, designed to be used by health professionals, especially nurses. The application is based on React, an open-source JavaScript library for building user interfaces. The developed tool incorporates two main features: the real-time visualization of the data, and the storage of the patient's historic during an inpatient care episode. The storage capability allows keeping the data updated among hospital shifts. Moreover, this work also highlights the required adaptability of this platform for each health units inside a hospital center according with its needs.*

**Estado:** Aceite para publicação







Este trabalho foi efetuado sobre supervisão de António Abelha (Universidade do Minho) e Júlio Duarte (Universidade do Minho).