

Universidade do Minho

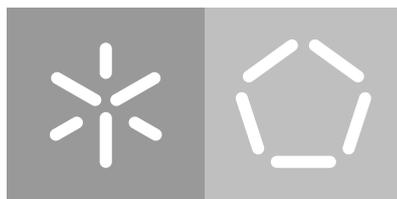
Escola de Engenharia

Cristiana Marisa Pereira Neto

AIDA-MCDT

**Nova Abordagem à Visualização de Meios
Complementares de Diagnóstico e Terapia**

Setembro 2018



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Cristiana Marisa Pereira Neto

AIDA-MCDT

**Nova Abordagem à Visualização de Meios
Complementares de Diagnóstico e Terapia**

Dissertação de Mestrado em Informática Médica

Mestrado Integrado em Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica

Trabalho realizado sob orientação de

António Carlos da Silva Abelha

E supervisão de

Ana Cecília Sousa Rocha Coimbra

Setembro 2018

DECLARAÇÃO

Nome: Cristiana Marisa Pereira Neto

Título da Dissertação: *AIDA-MCDT: Nova Abordagem à Visualização de Meios Complementares de Diagnóstico e Terapia*

Orientadores: António Carlos da Silva Abelha, Ana Cecília Sousa Rocha Coimbra

Ano de conclusão: 2018

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

Com a conclusão desta etapa tão importante da minha vida resta-me agradecer a todos aqueles que fizeram parte dela e contribuíram para que este momento fosse possível.

Primeiramente, gostaria de agradecer ao meu orientador, Professor Doutor António Abelha por toda a disponibilidade e apoio prestado ao longo da realização desta dissertação.

Agradeço também à minha supervisora Cecília Coimbra e ao Professor Doutor José Machado pelos conselhos, disponibilidade e incentivo. Não poderia deixar de agradecer também aos profissionais do **CHP** com quem trabalhei durante este projeto, nomeadamente do grupo **PCE**, que se demonstraram essenciais para o sucesso do mesmo.

À minha família que sempre me apoiou e acreditou em mim mesmo nos momentos mais difíceis. Um especial obrigado aos meus pais por todo o carinho e por todos os esforços que fizeram durante estes anos, sem vocês nada disto seria possível. Ao meu afilhado por todos os sorrisos e brincadeiras que me deram força para seguir.

À minha melhor amiga Mafalda Soares por todos estes anos de amizade, pela compreensão infinita, apoio e por estar sempre comigo em todos os momentos.

Aos meus amigos Sara, Inês, Maria, João, Filipe e José pelo companheirismo, pelas conversas, pelas aventuras e por terem tornado esta experiência universitária incrível. Às minhas amigas de informática por me terem acolhido e ajudado a ultrapassar os piores momentos. Aos meus amigos da praceta por terem tornado este percurso muito mais leve.

Por fim, um agradecimento especial ao meu namorado João Paulo, com quem partilhei todos os bons e maus momentos, por acreditar sempre em mim mesmo quando eu mesma não acreditava, por me ter apoiado em todas as circunstâncias, pela paciência e pela força.

A todos muito obrigada.

RESUMO

Nos últimos anos, a implementação e a progressão dos recursos computacionais na área da saúde têm vindo a melhorar tanto a eficiência monetária como temporal dos processos clínicos, bem como a segurança na transmissão e na manutenção dos dados envolvidos, garantindo também a redução do risco clínico. Atualmente, a importância da informação que flui nas instituições de saúde é inquestionável. Deste modo, é essencial que as instituições, mais especificamente instituições hospitalares, tenham bons **Sistemas de Informação Hospitalar (SIH)** de modo a recolher e analisar a informação, auxiliando também na descoberta de conhecimento e no apoio às tomadas de decisão. A aplicação mais comum desses tipos de sistemas é o **Processo Clínico Eletrónico (PCE)** que apesar de trazer imensos benefícios ainda está associado a um baixo nível de usabilidade.

Contudo, os diferentes sistemas presentes nos hospitais são distribuídos e heterogêneos. Sendo que a interação entre esses sistemas é crucial nos dias de hoje, surge a **Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica e Clínica (AIDA)** implementada em alguns hospitais portugueses. A **AIDA** é uma plataforma desenvolvida para permitir a disseminação e integração de informações geradas num ambiente de saúde pelos diferentes sistemas, incluindo por exemplo informações sobre os **Meios Complementares de Diagnóstico e Terapia (MCDT)**. Pesquisas anteriores mostraram que os profissionais de saúde muitas vezes não conseguem analisar e agir de forma precisa e apropriada relativamente aos resultados dos exames. A prevenção da ocorrência de erros durante o processo de acesso aos **MCDT** é essencial uma vez que este é um passo crucial no processo de diagnóstico, evitando assim consequências negativas para o paciente.

Neste sentido, surge este projeto de desenvolvimento de uma nova plataforma de visualização de **MCDT (AIDA-MCDT)**, implementada no **Centro Hospitalar do Porto (CHP)**, com diversas novas funcionalidades de modo a tornar este processo mais rápido, intuitivo e eficiente, garantindo sempre a confidencialidade e proteção dos dados pessoais dos pacientes e melhorando significativamente a usabilidade do sistema, levando consequentemente a uma melhor prestação de cuidados de saúde.

ABSTRACT

Over the last years, the implementation and evolution of computer resources has been improving both the financial and temporal efficiency of clinical processes, as well as the security in the transmission and maintenance of their data, also ensuring the reduction of clinical risk. Currently, the importance of all the information flowing in health institutions is unquestionable. In this way, it is essential that institutions, more specifically hospital institutions, have a good Hospital Information System (HIS) in order to collect and analyze information, also helping to support decision making. The most common application of these type of systems is the Electronic Health Record (EHR), which, despite bringing many benefits, is still associated with a low level of usability.

However, the different systems present in hospitals are distributed and heterogeneous. Since the interaction between these systems is crucial these days, there is the Agency for Integration, Diffusion and Archive (AIDA) implemented in some Portuguese hospitals. AIDA is a platform developed to enable the dissemination and integration of information generated in a health environment by different systems, including for example information on Complementary Diagnostic and Therapeutic Means (MCDT).

Previous research has shown that health professionals often do not analyze and act accurately and appropriately on test results. Preventing errors during the access to MCDT is essential as this is a crucial step in the diagnostic process, thus avoiding negative consequences for the patient.

In this sense, a new MCDT visualization platform (AIDA-MCDT) was implemented in this project, specifically in the Hospital Center of Porto (CHP), with several new functionalities in order to make this process faster, intuitive and efficient, always guaranteeing the confidentiality and protection of patients' personal data and significantly improving the usability of the system, leading to a better delivery of health care.

CONTEÚDO

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 1 |
| 1.1 | Contextualização e Enquadramento | 1 |
| 1.2 | Motivação | 5 |
| 1.3 | Objetivos | 6 |
| 1.4 | Organização do Documento | 8 |
| 2 | ESTADO DA ARTE | 9 |
| 2.1 | Sistemas de Informação Hospitalar | 9 |
| 2.1.1 | Sistemas de Informação Hospitalar em Portugal | 11 |
| 2.2 | Interoperabilidade | 14 |
| 2.3 | Sistemas de Apoio à Decisão Clínica | 18 |
| 2.4 | Computação ubíqua | 19 |
| 2.4.1 | Computação Pervasiva | 21 |
| 2.4.2 | Computação Móvel | 21 |
| 2.4.3 | Computação Calma | 22 |
| 2.4.4 | Computação Sensível ao Contexto | 22 |
| 2.4.5 | Inteligência Ambiente (AmI) | 23 |
| 3 | METODOLOGIAS DE INVESTIGAÇÃO E TECNOLOGIAS | 25 |
| 3.1 | Metodologia de Design Science Research | 25 |
| 3.2 | Linguagens de Programação e bibliotecas | 27 |
| 3.2.1 | JavaScript | 27 |
| 3.2.2 | Biblioteca ReactJS | 28 |
| 3.2.3 | Programação em PHP | 31 |
| 3.2.4 | Programação em SQL | 33 |
| 3.3 | Metodologia de Prova de Conceito | 33 |
| 4 | AIDA-MCDT: PLATAFORMA DE VISUALIZAÇÃO DE MEIOS COMPLEMENTARES DE DIAGNÓSTICO E TERAPIA | 37 |
| 4.1 | Introdução | 37 |
| 4.2 | Análise de Requisitos | 38 |
| 4.3 | Arquitetura | 40 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.3.1 | Bases de Dados | 41 |
| 4.3.2 | Web service | 43 |
| 4.4 | Funcionamento | 43 |
| 4.4.1 | Página Inicial | 43 |
| 4.4.2 | Filtragem Avançada | 53 |
| 4.4.3 | Indicadores | 56 |
| 4.5 | Discussão de Resultados | 57 |
| 5 | PROVA DE CONCEITO | 59 |
| 5.1 | Análise SWOT | 59 |
| 5.1.1 | Technology Acceptance Model (TAM) | 62 |
| 6 | CONCLUSÕES | 67 |
| 6.1 | Principais Contributos | 68 |
| 6.2 | Trabalho Futuro | 72 |
| A | QUESTIONÁRIO PARA A PLATAFORMA DE VISUALIZAÇÃO DE MCDT | 75 |

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 1 | Componentes de um sistema de informação hospitalar, adaptado de [25]. | 11 |
| Figura 2 | a) Proporção de hospitais por atividade médica informatizada em Portugal (2012-2014) e b) Proporção de hospitais por tipo de atividade em que é utilizada a internet em Portugal (2014) [26]. | 12 |
| Figura 3 | a) Arquitetura da plataforma AIDA. Adaptado de [23]. | 16 |
| Figura 4 | Estrutura da plataforma AIDA-PCE. Adaptado de [23]. | 17 |
| Figura 5 | Diagrama esquemático do processo da metodologia DSR adaptado de [69]. | 26 |
| Figura 6 | Diagrama esquemático do funcionamento do Redux adaptado de [74]. | 30 |
| Figura 7 | Representação esquemática da arquitetura da plataforma AIDA-MCDT. | 40 |
| Figura 8 | Página inicial da aplicação AIDA-MCDT. | 44 |
| Figura 9 | Janela <i>pop-up</i> de ajuda. | 45 |
| Figura 10 | Opções de personalização da aplicação. | 45 |
| Figura 11 | Exemplo de utilização da funcionalidade de seleção de agregadores. | 46 |
| Figura 12 | Demonstração da janela <i>pop-up</i> com as notas de alta. | 47 |
| Figura 13 | Demonstração da secção dos MCDT do contexto. | 47 |
| Figura 14 | Demonstração da secção dos MCDT não visualizados pela especialidade. | 48 |
| Figura 15 | Agregadores definidos para a organização dos MCDT. | 49 |
| Figura 16 | Demonstração do pré-visualizador de pdf e dos ícones associados a um MCDT exemplo. | 51 |
| Figura 17 | Demonstração da janela <i>pop-up</i> com as informações dos MCDT. | 51 |
| Figura 18 | Demonstração da janela <i>pop-up</i> com as notas dos MCDT. | 52 |
| Figura 19 | Estrutura dos pedidos de MCDT. | 52 |

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 20 | Exemplo da utilização da pesquisa por texto livre. | 53 |
| Figura 21 | Exemplo da utilização do filtro de datas. | 54 |
| Figura 22 | Exemplo da utilização do filtro de módulos. | 55 |
| Figura 23 | Exemplo da utilização do filtro da localização anatômica. | 55 |
| Figura 24 | Página de indicadores da aplicação AIDA-MCDT. | 56 |
| Figura 25 | Aplicação atual de visualização de MCDT no CHP. | 57 |
| Figura 26 | Matriz da análise SWOT. Adaptada de [84] | 60 |
| Figura 27 | Ilustração do <i>Technology Acceptance Model Version a) original (TAM), b) versão 2 (TAM2) e c) versão 3 (TAM3)</i> . Adaptados de [86] | 65 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|----------|--|----|
| Tabela 1 | Tipos de erros clínicos mais comuns. Adaptado de [8] | 3 |
| Tabela 2 | Atividades típicas antes, durante e depois do PoC para determinadas classes de produtos. Adaptada de [81] | 35 |
| Tabela 3 | Ordenação dos MCDT orientada ao episódio. | 50 |
| Tabela 4 | Definição dos constructos comuns ao TAM, TAM2 e TAM3 a azul, comuns ao TAM2 e TAM3 a amarelo e referentes apenas do TAM3 a laranja [90; 91]. | 64 |
| Tabela 5 | Tabela de constructos com as perguntas do questionário para a para a plataforma de visualização de MCDT | 76 |

ACRÓNIMOS

- AIDA** Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica e Clínica. [v](#), [vii](#), [xi](#), [15–18](#), [37](#), [69](#)
- AmI** Inteligência Ambiente. [23](#)
- API** Application Programming Interface. [32](#)
- AU** Atitude de Uso. [63](#)
- BD** Base de Dados. [33](#)
- BDI** Base de Dados Integral. [17](#)
- BI** Business Intelligence. [56](#)
- CHP** Centro Hospitalar do Porto. [iii](#), [v](#), [vii](#), [xii](#), [5–7](#), [9](#), [12](#), [13](#), [15](#), [16](#), [18](#), [33](#), [37](#), [38](#), [40](#), [41](#), [46](#), [57](#), [58](#), [61](#), [66–69](#), [71–73](#)
- CRUD** Create, Read, Update, Delete. [28](#), [32](#)
- CSS** Cascading Style Sheets. [31](#)
- DICOM** Digital Imaging and Communications in Medicine. [15](#), [50](#)
- DIS** Department Information System. [15](#)
- DOM** Document Object Model. [28](#), [29](#), [58](#)
- DSR** Design Science Research. [xi](#), [8](#), [25](#), [26](#), [68](#)
- FUP** Facilidade de Uso Percebida. [63](#)
- HL7** Health Level Seven. [15](#)
- HTML** HyperText Markup Language. [28](#), [29](#), [32](#)
- HTTP** HyperText Transfer Protocol. [18](#), [32](#), [40](#)
- IEEE** Institute of Electrical and Electronics Engineers. [14](#)
- IM** Informática Médica. [1](#)
- IOM** Institute of Medicine. [3](#)
- IP** Internet Protocol. [44](#)
- IU** Intenção de Uso. [63](#)
- JSON** Javascript Object Notation. [29](#), [32](#), [40](#), [43](#)

- JSX** Javascript Syntax eXtension. 29
- LIS** Laboratory Information System. 15
- MAS** Sistema de Multi-Agentes. 15
- MAT** Modelo de Aceitação da Tecnologia. 59
- MCDT** Meios Complementares de Diagnóstico e Terapia. v, vii, xi–xiii, 1, 5–7, 14, 17, 18, 26, 27, 31, 33, 37–43, 45, 47–58, 61, 62, 67, 69–73, 76, 77
- PCE** Processo Clínico Eletrónico. iii, v, 5, 13–16, 18, 21, 27, 38, 41, 42, 49, 57, 68
- PoC** Prova de Conceito. xiii, 25, 33–35, 58
- POMR** Problem Oriented Medical Record. 17
- REST** REpresentational State Transfer. 32
- RIS** Radiology Information System. 15
- RPC** Chamadas de Procedimento Remoto. 18
- SADC** Sistemas de Apoio à Decisão Clínica. 5, 18, 19, 73
- SAM** Sistema de Apoio ao Médico. 12, 15
- SAPE** Sistema de Apoio à Prática de Enfermagem. 13, 15
- SGBD** Sistemas de Gestão de Base de Dados. 33
- SI** Sistemas de Informação. 3, 4, 9, 10, 25, 31, 33, 63
- SIH** Sistemas de Informação Hospitalar. v, 3–6, 8–10, 14, 15, 22, 23, 37, 58, 68, 71
- SMTP** Simple Mail Transfer Protocol. 18
- SNOMED-CT** Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terminology. 15, 49
- SNS** Sistema Nacional de Saúde. 1
- SOAP** Simple Object Access Protocol. 18, 32
- SONHO** Sistema de Gestão de Doentes Hospitalares. 12, 15
- SQL** Structured Query Language. 33, 40, 43
- SWOT** Strengths Weaknesses Opportunities and Threats. xii, 7, 8, 27, 34, 59–61, 72
- TAM** Technology Acceptance Model. 34, 59, 62, 63, 66
- TI** Tecnologia de Informação. 2–4, 9, 20, 26, 37, 62, 63, 68
- TIS** Tecnologias de Informação na Saúde. 8
- UI** Interface do Utilizador. 28
- UP** Utilidade Percebida. 63
- UR** Uso Real. 63

- URI** Uniform Resource Identifier. 32
- URL** Uniform Resource Locator. 44, 48, 53, 56
- WSDL** Web Services Description Language. 32
- XML** Extensible Markup Language. 18, 32

INTRODUÇÃO

A presente dissertação descreve o projeto baseado no desenvolvimento de uma plataforma para a visualização de **Meios Complementares de Diagnóstico e Terapia (MCDT)** denominada AIDA-MCDT, desenvolvida recorrendo a uma biblioteca Javascript denominada ReactJS, para apoio à decisão e à prática clínica. Este projeto surge no âmbito da dissertação de mestrado do Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica da Universidade do Minho na especialização em **Informática Médica (IM)**.

Este capítulo introdutório subdivide-se em quatro subcapítulos, sendo o primeiro (Secção 1.1) uma breve contextualização e um enquadramento do tema em questão e o segundo (Secção 1.2) uma descrição das motivações que levaram à sua escolha. Este capítulo engloba também os principais objetivos definidos para o desenvolvimento deste projeto (Secção 1.3), estabelecidos após a definição de várias perguntas de investigação. Por fim, é apresentada a estrutura do presente documento de modo a facilitar a sua leitura (Secção 1.4).

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E ENQUADRAMENTO

Em Portugal, o **Sistema Nacional de Saúde (SNS)** está implementado desde 1979 de modo a garantir os cuidados de saúde, considerados um direito universal pela constituição. Todos os cidadãos têm direito à prestação de cuidados em instituições públicas, podendo, contudo, optar por recorrer a unidades privadas. Existem ainda 3 tipos de unidades de saúde: Unidades de Cuidados Primários (centros de saúde), Unidades Hospitalares e Unidades de Prestação de Cuidados Continuados [1].

Como qualquer organização, também as instituições de prestação de cuidados de saúde necessitam de informação para sobreviver no mercado em que estão inseridas, quer para interagir com esse mercado, quer para permitir interações entre os diferen-

tes setores que as constituem, sendo que uma unidade hospitalar, por exemplo, está dividida em vários órgãos [2].

Atualmente, a introdução de **Tecnologia de Informação (TI)** representa um grande investimento por parte das organizações. Sucintamente, a **TI** consiste no uso de qualquer computador, meio de armazenamento, rede e outros dispositivos físicos, infraestruturas e processos para criar, processar, armazenar, aceder, proteger e trocar informação [3]. A regência de uma **TI** é fundamentalmente baseada em três pontos [4]:

- **Processos:** definição formal das atividades a realizar, sejam elas operacionais ou para controlos estratégico e de gerência. Incluem tarefas, procedimentos e regras.
- **Tecnologias:** componentes de *hardware*, *software*, sistemas de telecomunicações e de gestão de dados e informações, que interagem entre si para armazenar, gerar e utilizar informação e conhecimento. Necessitam de recursos humanos.
- **Pessoas:** inclui os utilizadores finais (pessoas que usam a e/ou a informação que esta gera) e os especialistas em **TI**. Estes têm assim a responsabilidade de planear, operar e utilizar a tecnologia de informação.

Conseguir equilibrar estas três dimensões é um grande desafio. Se apenas forem feitos investimentos em ferramentas e tecnologias, faltará por exemplo aptidão das pessoas para as manusear. Se o investimento for direcionado apenas para os processos, pode resultar na falta de sistemas para automatizar atividades que podem levar à sobrecarga das pessoas que utilizam a tecnologia, levando a um aumento da ocorrência de erros [4].

No setor da saúde, o investimento nestas tecnologias tem sido especialmente notável uma vez que a quantidade de informação recolhida em contexto hospitalar apresentou um crescimento abrupto durante a última década, levando conseqüentemente ao aumento da necessidade de tratar estas informações de modo a obter conhecimento de qualidade [3; 5]. O recurso às **TI** resulta na melhoria da qualidade dos cuidados de saúde proporcionados nas organizações de saúde, consequência da prevenção da ocorrência de incidentes, da melhoria na segurança e na diminuição de custos tanto para o utente como para a instituição, que surgem com o uso destas tecnologias [6].

A área da saúde é caracterizada por um alto grau de complexidade, envolvendo uma grande variedade de disciplinas interligadas para prevenção, diagnóstico, terapia e acompanhamento de patologias humanas. Apesar dos esforços árduos dos profissionais de saúde, às vezes as coisas podem correr mal, resultando assim em danos não

intencionais (eventualmente sérios) para os pacientes. De acordo com o [Institute of Medicine \(IOM\)](#), os erros médicos podem ser classificados em quatro categorias principais definidas através do percurso clínico, que são “diagnóstico”, “tratamento”, “prevenção” e “outros” [7; 8] A Tabela 1 apresenta estes tipos de erros mais detalhadamente.

Tabela 1.: Tipos de erros clínicos mais comuns. Adaptado de [8]

| |
|--|
| Diagnóstico <ul style="list-style-type: none">• Erro ou atraso no diagnóstico• Falha ao aplicar os exames indicados• Uso de exames ou tratamentos desatualizados• Falha ao agir face aos resultados dos testes ou monitorização |
| Tratamento <ul style="list-style-type: none">• Falha na execução de uma intervenção cirúrgica, procedimento ou exame• Erro ao administrar o tratamento• Erro na dosagem ou método de administrar o fármaco• Atrasos evitáveis no tratamento ou na resposta a um exame anormal• Cuidado inadequado |
| Prevenção <ul style="list-style-type: none">• Falha ao disponibilizar o tratamento preventivo• Monitorização ou acompanhamento do tratamento inadequados |
| Outros <ul style="list-style-type: none">• Falha de comunicação• Falha do equipamento• Outra falha do sistema |

Observando atentamente esta tabela, é possível concluir que muitos dos erros clínicos apresentados podem ser evitados ou atenuados com o uso de tecnologias de informação. Aplicações de [TI](#) inseridas nas tarefas clínicas diárias podem ajudar a aumentar a conformidade do percurso clínico. A implementação bem-sucedida de tais aplicações requer uma infraestrutura de [TI](#) responsiva e um *design* participativo e iterativo destinado a obter aceitação e usabilidade por parte do utilizador [6]. Desta forma, surgiram os [Sistemas de Informação Hospitalar \(SIH\)](#) de modo a lidar com o enorme volume e complexidade da informação médica.

Um [Sistemas de Informação \(SI\)](#) é uma combinação de dados, informações, processos, pessoas e tecnologias da informação que interagem para recolher, processar, ar-

mazenar e fornecer como saída as informações necessárias para apoiar a organização. Note-se que a TI é um componente de todos os SI. De acordo com [9] os sistemas de informação podem ser distinguidos de duas formas: como sistemas de informação operacionais ou como sistemas de informações de gestão. Essa classificação é feita consoante os papéis principais que cada um exerce nas operações e na gestão numa organização.

Dentro do setor dos cuidados de saúde, surgem então os SIH como sistemas de elevada complexidade onde predomina a heterogeneidade, permitindo a evolução, a integração e a interoperabilidade de diferentes aplicações (heterogéneas), mesmo que tenham sido desenvolvidas em momentos diferentes, por diferentes entidades e recorrendo a diferentes tecnologias [10; 11]. Assim, o conceito de interoperabilidade (Secção 2.2) torna-se fundamental uma vez que estas aplicações/subsistemas podem criar diversas incompatibilidades em vários níveis. Desta forma, a adoção de um ou mais SIH demonstrou melhorar significativamente a prestação de cuidados de saúde, trazendo ainda outros benefícios, entre eles [12]:

- diminuição dos custos;
- criação de postos de trabalho e fontes de crescimento;
- redução de erros médicos e aumento da segurança do utente;
- número decrescente de efeitos adversos de fármacos;
- número decrescente de erros de prescrição;
- promoção de tempo eficiente passado com pacientes;
- prestação de uma melhor vigilância;
- encorajamento à adesão a diretrizes baseadas em evidências;
- redução dos dias de internamento;
- melhoria na gestão de doenças crónicas;
- melhoraria na revisão integrada de dados;

Uma das principais utilidades dos SIH é a implementação de sistemas projetados para fornecer assistência com tarefas relacionadas com a tomada de decisões clínicas

aos médicos e outros profissionais de saúde, denominados [Sistemas de Apoio à Decisão Clínica \(SADC\)](#). Deste modo, informação acessível através dos [SIH](#) pode então ser usada com diversos intuitos, por variados utilizadores, como o processamento e interpretação de imagem médica, o registo eletrónico de pacientes (também denominado de [Processo Clínico Eletrónico \(PCE\)](#)), o registo e apresentação dos [Meios Complementares de Diagnóstico e Terapia \(MCDT\)](#), entre outros [13; 14; 15].

1.2 MOTIVAÇÃO

Pesquisas anteriores demonstraram que os profissionais de saúde muitas vezes não conseguem rever e atuar sobre os resultados de exames de forma precisa e apropriada. Embora os motivos dos pedidos de exames variem, a comunicação correta e precisa dos resultados é crucial para garantir que a ação apropriada é tomada [16; 17].

Vários estudos identificaram ainda algumas práticas que eles acreditaram que poderia melhorar a apresentação dos resultados de exames, como por exemplo destacar exames ainda por visualizar e agrupar itens de modo a que exames relacionados fossem vistos juntos. O facto do acesso aos [MCDT](#) ser um passo crucial no processo de diagnóstico na prestação de cuidados de saúde, faz com que a diminuição dos erros que possam surgir nesse passo seja essencial para evitar consequências negativas para o paciente.

Surge assim um interesse geral em minimizar o tempo despendido na requisição e consulta de [MCDT](#), na medida em que urge uma utilização mais racional e eficiente dos recursos disponíveis, de modo a minimizar o tempo dedicado pelo médico nestas tarefas e de forma a garantir também a prestação de cuidados de saúde com a máxima eficiência e a melhor qualidade possíveis [18].

Este projeto de dissertação surge então num contexto de exploração e inserção de uma nova ferramenta (artefacto) na área das Tecnologias de Informação de modo a auxiliar a prática clínica dos profissionais de saúde do [Centro Hospitalar do Porto \(CHP\)](#) melhorando a prestação de cuidados de saúde desta instituição. Após uma análise ao atual método de visualização de [MCDT](#) presente no [CHP](#), que se demonstrou obsoleto e desajustado às atuais necessidades dos profissionais de saúde, surge esta aplicação abrangente, baseada no *browser*, desenvolvida para ajudar os profissionais de saúde a analisar e agir de acordo com os resultados dos testes, de forma segura, confiável e eficiente.

1.3 OBJETIVOS

Como referido anteriormente, a presente dissertação teve como principal objetivo o desenvolvimento de uma plataforma de visualização de **Meios Complementares de Diagnóstico e Terapia (MCDT)** que visa a substituir o método atual de visualização presente no **CHP**.

Os objetivos delineados assumem um papel crucial durante todo o projeto, estes podem então ser descritos como questões que servem posteriormente de *guideline* ao processo de resolução e para as quais vão ser procuradas respostas. Assim, foram levantadas as seguintes questões de investigação:

Questão 1. Qual é o estado atual do visualizador de **MCDT** no **CHP**?

Questão 1.1. Quais são os elementos fundamentais do atual visualizador que devem ser mantidos?

Questão 1.2. Quais são os elementos do atual visualizador que devem ser retirados?

Questão 1.3. Quais são as lacunas no atual processo de visualização de **MCDT**?

Questão 2. Quais são as novas funcionalidades essenciais que devem ser acrescentadas ao visualizador de **MCDT**?

Questão 3. Qual é a viabilidade da implementação imediata da nova versão da plataforma de visualização de **MCDT**?

Questão 4. Qual é a contribuição da nova plataforma de visualização de **MCDT** para a modernização dos **Sistemas de Informação Hospitalar (SIH)** do **CHP**?

Questão 5. Qual é a utilidade, a aceitação e a usabilidade da nova plataforma de visualização de **MCDT**?

Questão 6. Como trabalho futuro, quais são os pontos que podem ser alterados ou melhorados?

Para responder a estas questões foram traçados os seguintes objetivos:

- Análise crítica da plataforma atualmente implementada.

- Desenvolvimento de uma plataforma *Web* em ReactJS:
 - Levantamento de requisitos necessários a nível técnico no desenho e desenvolvimento da aplicação *Web*;
 - Seleção das metodologias e tecnologias envolvidas no desenho e desenvolvimento da aplicação *Web*, quer em termos de interface como em termos de *back-end*;
 - Selecionar a base de dados e respetivas tabelas a utilizar, adicionando as tabelas que forem necessárias;
 - Desenho e desenvolvimento da aplicação *Web* com vários módulos, componentes e funcionalidades, cuja arquitetura possa ser facilmente adaptada ao um dispositivo *mobile*;
- Implementação da plataforma numa máquina de produção do **CHP**, inicialmente por um período limitado de tempo para a realização de possíveis reajustes, perante as seguintes demandas:
 - Avaliação da sua performance;
 - Análise do seu impacto em ambiente real;
 - Análise **Strengths Weaknesses Opportunities and Threats (SWOT)** do artefacto desenvolvido.

Os objetivos apresentados podem ser considerados imediatos, em contraste, a longo prazo surgem outros objetivos como:

- Redução dos erros clínicos com o aumento da agilidade do acesso aos **MCDT**, diminuição do tempo deste processo e apresentação prioritária de informações pertinentes;
- Aumentar a eficiência dos cuidados de saúde prestados melhorando a qualidade do atendimento ao paciente;

1.4 ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO

O presente documento está estruturado em seis capítulos: Introdução, Estado da Arte, Metodologias de Investigação e Tecnologias, AIDA-MCDT: Plataforma de Visualização de Meios Complementares de Diagnóstico de Terapia, Prova de Conceito e, por fim, Conclusão e Trabalho Futuro.

Capítulo 1 - Introdução. Este primeiro capítulo apresenta uma breve contextualização e um enquadramento do projeto, a sua principal motivação, os objetivos, bem como a estrutura do documento.

Capítulo 2 - Estado da Arte. Este capítulo é baseado na descrição e na definição de alguns conceitos teóricos e científicos importantes na área das [Tecnologias de Informação na Saúde \(TIS\)](#), nomeadamente o conceito de [Sistemas de Informação Hospitalar \(SIH\)](#), Interoperabilidade, Computação Ubíqua, entre outros.

Capítulo 3 - Metodologias de Investigação e Tecnologias. Neste capítulo é descrita a metodologia de investigação utilizada ao longo deste projeto nomeadamente a metodologia de investigação [Design Science Research \(DSR\)](#) no desenvolvimento do caso de estudo e a metodologia de investigação de Prova de Conceito na defesa da viabilidade e utilidade das ferramentas informáticas. São também apresentadas as tecnologias e ferramentas utilizadas na elaboração deste projeto.

Capítulo 4 - AIDA-MCDT: Plataforma de Visualização de Meios Complementares de Diagnóstico e Terapia. Neste capítulo é efetuada uma descrição pormenorizada da plataforma desenvolvida, bem como os resultados obtidos com a sua implementação.

Capítulo 5 - Prova de Conceito. Neste oitavo capítulo é apresentada a prova de conceito realizada à metodologia proposta neste projeto. Foi efetuada uma análise [Strengths Weaknesses Opportunities and Threats \(SWOT\)](#) à ferramenta desenvolvida, bem como um estudo de aceitação da tecnologia.

Capítulo 6 - Conclusões. Este último capítulo pretende delinear e apresentar de forma resumida as principais conclusões e contribuições conseguidas com a realização deste estudo, sendo apresentadas as respostas às questões levantadas na introdução. São também apresentadas propostas para melhoria da aplicação no futuro.

ESTADO DA ARTE

Neste capítulo serão abordados conteúdos fundamentais inerentes à realização do projeto. São descritos e definidos alguns conceitos cruciais para a compreensão dos restantes capítulos, uma vez que estes conceitos serão mencionados diversas vezes ao longo do documento. Primeiramente, será efetuada uma descrição mais aprofundada aos **Sistemas de Informação Hospitalar (SIH)**, mais concretamente aos SIH em Portugal e aplicados na instituição alvo do estudo, o **Centro Hospitalar do Porto (CHP)** (2.1). Seguidamente, o conceito de interoperabilidade é apresentado, bem como a sua importância nas instituições de saúde atualmente (2.2). A secção 2.4 introduz e descreve o conceito de *Pervasive Computing* e de *Mobile Computing*, fazendo uma contextualização destes tópicos na área da saúde.

2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO HOSPITALAR

O progresso da **Tecnologia de Informação (TI)** é um fato observável e inevitável, e atualmente desempenha um papel bastante importante no setor de saúde com o principal objetivo de contribuir para uma prestação de cuidados de saúde altamente eficiente e de elevada qualidade [19].

A implementação dos **Sistemas de Informação (SI)** em meios hospitalares, surgiu em meados dos anos 60, dado o elevado aumento de informação clínica ao longo dos anos. Por esta altura, as suas principais funções estavam limitadas apenas à gestão administrativa. Depois de 1970, os hospitais maiores estabeleceram gradualmente setores internos de informação [20]. Assim, a implantação de **SIH** veio melhorar a organização da grande quantidade de informação presente nos hospitais, com o objetivo de automatizá-la, recolhê-la e analisá-la, auxiliando também no apoio às tomadas de decisão. Inicialmente esta inovação focou-se apenas como apoio aos médicos e só posterior-

mente foi alastrado para todos os profissionais de saúde. Os SIH motivam também uma gestão hospitalar mais eficiente uma vez que possibilitam a redução dos custos e desperdícios [21; 22].

Num ambiente hospitalar podem ocorrer erros e eventos adversos que levem a um aumento de custos para a instituição ou até mesmo à perda de vidas humanas. Parte destes erros podem ocorrer devido à sobrecarga de tarefas organizacionais que afetam os profissionais de saúde como agendar consultas de diversas especialidades, agendar a realização de meios complementares de diagnóstico, planejar e preparar os procedimentos médicos, transmitir relatórios, entre outras. O facto de a implementação dos SIH ter facilitado e até automatizado várias destas tarefas, reduzindo eventos adversos e inesperados, leva a que se tenham observado grandes melhorias na qualidade da prestação de cuidados de saúde [21; 22].

Resumindo, os SIH podem ser definidos como os subsistemas sócio-tecnológicos que abrangem todo o processamento de informações de gestão e organizacionais, bem como os papéis dos profissionais de saúde [22; 23]. A projeção e a implementação de um SIH deve concentrar-se em garantir a produção eficiente de informações, a fim de fornecer recursos de tomada de decisão clínica. Esta implementação exige assim a existência de uma estrutura de gestão cuja função específica incida sobre a alocação adequada de recursos e a definição de regras organizacionais [24; 25]. Este processo encontra-se esquematizado na Figura 1.

A fim de fornecer recursos completos e úteis, o SIH também deve permitir a extração de indicadores clínicos e de gestão, como forma de melhorar não só processos de tomada de decisão, mas também de planeamento e de logística.

No entanto, a implementação dos SIH é um grande desafio, uma vez que apresenta alguns desafios e riscos como:

- a dispendiosidade dos SI modernos;
- a segurança dos dados;
- possibilidade de falha, sendo que esta ocorrência poderia ter consequências bastante negativas para os pacientes.

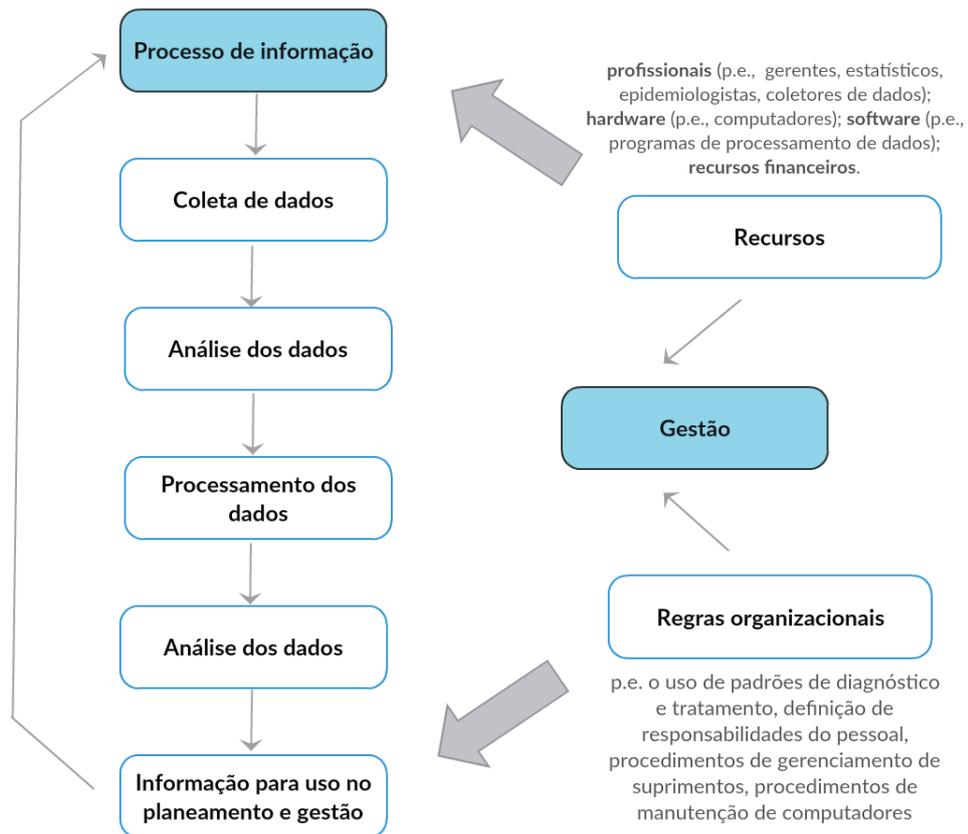


Figura 1.: Componentes de um sistema de informação hospitalar, adaptado de [25].

2.1.1 *Sistemas de Informação Hospitalar em Portugal*

Em 2014 mais de 90% dos hospitais portugueses tinham informatizado as atividades administrativas e de gestão, nomeadamente [26]:

- a gestão financeira;
- a de recursos humanos;
- a gestão dos fornecedores e dos stocks de produtos farmacêuticos;
- a manutenção da base de dados da informação clínica dos pacientes;
- a marcação de tratamentos e consultas.

Além disso, verificou-se também aumento da informatização das atividades médicas. Em 2014, 95% dos hospitais apontam a informatização das atividades ligadas ao internamento e 88% das associadas às consultas externas. Contudo, entre 2012 e 2014, foram sobretudo a informatização dos processos clínicos e das atividades associadas ao bloco operatório que mais cresceram (quase 6 pontos percentuais nos dois casos). Mais de 90% dos hospitais utilizam a internet para acesso a bases de dados, enquanto 80% usam a internet como meio de comunicação com outros hospitais e 72% na comunicação interna entre serviços [26]. Estes indicadores podem ser consultados em forma de gráfico na Figura 2.

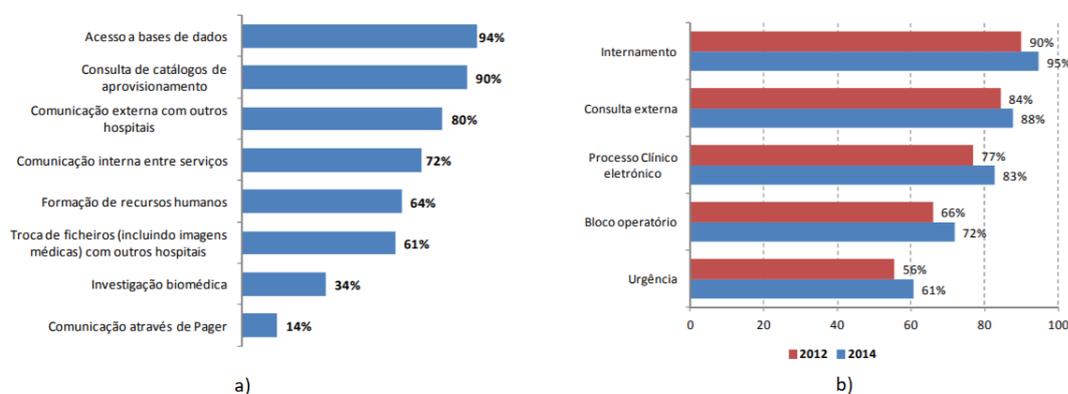


Figura 2.: a) Proporção de hospitais por atividade médica informatizada em Portugal (2012-2014) e b) Proporção de hospitais por tipo de atividade em que é utilizada a internet em Portugal (2014) [26].

São vários os sistemas de informação atualmente em funcionamento nos hospitais portugueses, mais concretamente no **CHP**, destacando-se por exemplo:

- **Sistema de Gestão de Doentes Hospitalares (SONHO):** desenvolvido na década de 90 como objetivo de apoiar o serviço administrativo dos hospitais, garante o controlo da produção e da faturação, possibilitando a exportação de informação para indicadores estatísticos. Este sistema encontra-se em substituição gradual pelo **SONHO V2**, que se apresenta mais adequado às necessidades atuais, tanto tecnologicamente como funcionalmente [27]. Importa ainda referir que o **CHP** foi o primeiro centro hospitalar de grande dimensão a adotar o **SONHO V2**, em Maio de 2016.
- **SClínico:** nasce da fusão de antigos sistemas desenvolvidos pela SPMS para a prestação de cuidados aos utentes, o **Sistema de Apoio ao Médico (SAM)** e o

Sistema de Apoio à Prática de Enfermagem (SAPE) e resultando numa aplicação única comum a todos os prestadores de cuidados de saúde, centrada no utente [27].

- **Processo Clínico Eletrónico (PCE):** trata-se do processo do paciente em formato digital e possibilita o registo de todos os dados relacionados com o paciente, desde dados pessoais a patologias e diagnósticos, de uma forma segura, consistente, eficiente, clara e estruturada [13]. Algumas das vantagens do PCE são fornecer informações precisas, atualizadas e completas sobre os pacientes no momento do atendimento; permitir o acesso rápido aos registos dos pacientes para um atendimento mais coordenado e eficiente; compartilhar com segurança informações eletrónicas com pacientes e outros clínicos; ajudar os médicos a diagnosticar pacientes de maneira mais eficaz, reduzir erros médicos e oferecer cuidados mais seguros; melhorar a interação e comunicação entre o paciente e o profissional de saúde, bem como a conveniência da assistência médica; melhorar a privacidade e a segurança dos dados do paciente; redução de custos através da redução da burocracia, melhoria da segurança e redução da duplicação de exames [28; 29].

O Processo Clínico Eletrónico (PCE) existente no Centro Hospitalar do Porto (CHP) foi criado em 2009, com o objetivo de congregar e facilitar a consulta de todos os dados clínicos informatizadas dos seus utentes. O PCE resultou de um projeto de transferência de tecnologia entre a Universidade do Minho e o CHP. A sua implementação foi assim gerida por vários investigadores da Universidade do Minho. Embora esta aplicação faça parte do quotidiano dos profissionais que atuam no CHP, e seja uma ferramenta privilegiada para o registo e a transmissão de informações, necessita de novos desenvolvimentos, a fim de suportar o processo de tomada de decisão por parte dos profissionais de saúde [30].

Um inquérito realizado em 2018 no CHP permitiu obter informação relevante para que os desenvolvimentos subsequentes do PCE possam corresponder às expectativas e necessidades dos seus utilizadores. Este inquérito realizado por 373 utilizadores (médicos, enfermeiros, outros técnicos de saúde e técnicos administrativos) mostrou que os médicos são quem mais usam o PCE (25% de acessos com frequência superior a 20 vezes por dia) e que uma das funcionalidades

mais utilizadas tanto por médicos como enfermeiros era o acesso a resultados de [MCDT](#).

De modo a analisar o grau de satisfação com o [PCE](#), decidiu-se questionar os utilizadores sobre dois aspetos da aplicação: a facilidade de acesso e a interface de utilizador. Para este propósito, utilizou-se uma escala de opinião que varia entre o nada satisfeito (1) e o totalmente satisfeito (5). Cerca de dois terços dos utilizadores está satisfeito (37,3%) ou muito satisfeito (29,8%) com a forma de acesso ao programa; apenas 7,9% dos utilizadores não estão nada satisfeitos com a forma de acesso ao aplicativo. Relativamente à interface de utilizador do programa, verificamos que quase 59% dos utilizadores responde de forma positiva. Contudo, cerca de 41% dos inquiridos refere que não está satisfeito com a interface e o design do [PCE](#). Olhando apenas para a categoria profissional referente aos médicos os resultados são ligeiramente diferentes. Verificou-se que 48% dos médicos diz não estar nada satisfeito (17%) ou pouco satisfeito (31%) e que apenas 19% respondem estar muito (17%) ou totalmente satisfeito (2%) [30].

Assim, é ainda necessário e possível desenvolver o [PCE](#) de forma a colmatar as limitações reconhecidas, e capacitá-lo para o futuro dos sistemas de informação em saúde.

2.2 INTEROPERABILIDADE

Hoje em dia, dada a grande adesão a diferentes [Sistemas de Informação Hospitalar \(SIH\)](#), o crescimento contínuo da informação registada nestes sistemas e as diferenças entre eles (diferentes características, diferentes linguagens, diferentes versões), torna-se necessário assegurar a interoperabilidade neste meio [31; 32].

Segundo o [Institute of Electrical and Electronics Engineers \(IEEE\)](#), interoperabilidade é definida como a *"capacidade de um sistema ou produto trabalhar com outros sistemas e produtos sem nenhum esforço adicional por parte do utilizador"*.

Tanto em termos gerais como no âmbito da saúde, depreende-se então que a base da interoperabilidade está na capacidade de comunicar informação de uma forma normalizada, evitando assim erros de interpretação ou diferentes estruturas [31]. Em ambiente hospitalar, estes são geralmente categorizados segundo o seu desígnio em normas para: comunicação, representação de informação clínica e imagem. Alguns exemplos destas normas são:

- **Health Level Seven (HL7):** protocolo internacional para intercâmbio de dados eletrônicos em todos os ambientes da área da saúde, integrando informações de natureza clínica e administrativa. É a norma de comunicação mais frequentemente utilizada e foi criado para resolver os problemas na troca de mensagens nas instituições que prestam cuidados de saúde [33].
- **Systematized Nomenclature of Medicine Clinical Terminology (SNOMED-CT):** conjunto de normas para representação de informação clínica e respetiva terminologia. Apresenta relações semânticas lógicas entre os conceitos, a partir das quais que se pode alcançar diversas utilidades: apoio à decisão, auditoria, epidemiologia, pesquisa, gestão de serviços, faturação e relatórios legais [34; 35].
- **Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM):** norma de imagem mais utilizada que define estruturas e serviços de dados para a troca de imagens médicas (de qualquer modalidade) e informações relacionadas. Desta forma, a interoperabilidade entre diferentes equipamentos é alcançada, e a disponibilidade das imagens e informações relacionadas é garantida [36].

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

O **Centro Hospitalar do Porto (CHP)** tem implementados alguns **SIH** que garantem o registo da informação clínica, nomeadamente o **Sistema de Gestão de Doentes Hospitalares (SONHO)**, o **Processo Clínico Eletrónico (PCE)**, o **Sistema de Apoio à Prática de Enfermagem (SAPE)** e o **Sistema de Apoio ao Médico (SAM)**, sendo que estes dois últimos foram agregados num único produto chamado **SCLINICO**, tal como já foi referido.

Neste contexto, surgiu a **Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica e Clínica (AIDA)**, cuja arquitetura se encontra representada na **Figura 3** passando a ser responsável por assegurar a comunicação entre todos estes sistemas de registo de informação com os sistemas complementares, como o **Laboratory Information System (LIS)**, **Department Information System (DIS)**, **Radiology Information System (RIS)** e ainda com os serviços *Web*[36; 37; 38; 39].

Assim, a **AIDA** é uma plataforma baseada num **Sistema de Multi-Agentes (MAS)** que torna os **SIH** interoperáveis, criada para superar as dificuldades em garantir a uniformidade nos sistemas clínicos, bem como a complexidade médica e administra-

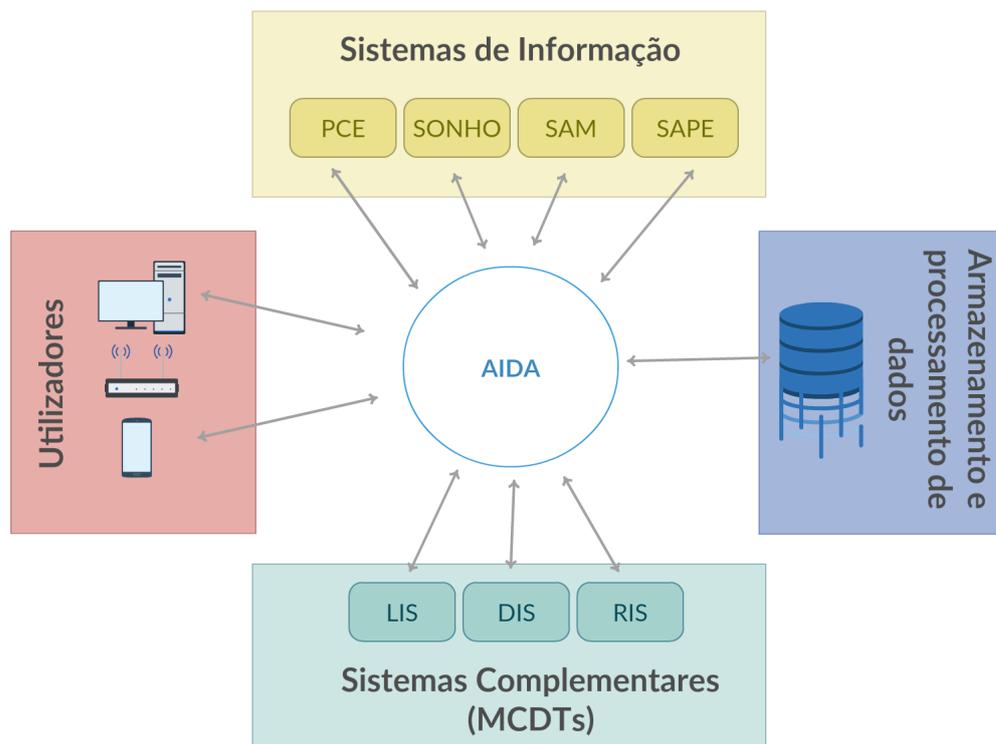


Figura 3.: a) Arquitetura da plataforma *AIDA*. Adaptado de [23].

tiva das diferentes fontes de informação hospitalar [23; 37; 40]. Esta plataforma foi desenvolvida por um grupo de investigadores da Universidade do Minho e já é a principal ferramenta a garantir a interoperabilidade em várias organizações de saúde portuguesas. É o caso do **Centro Hospitalar do Porto (CHP)** (caso de estudo nesta dissertação), do Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa, do Hospital da Senhora da Oliveira de Guimarães, da Unidade Local de Saúde de Castelo Branco, do Hospital da Santa Casa da Misericórdia de Vila Verde e da Unidade Local de Saúde do Norte Alentejano [23; 36; 41].

A *AIDA* pode ainda ser descrita como uma agência que fornece trabalhadores eletrónicos inteligentes (agentes) que demonstram um comportamento pró-ativo, e que são responsáveis por tarefas como: comunicações entre os subsistemas, enviando e recebendo informações (por exemplo relatórios médicos ou clínicos, imagens, coleções de dados, prescrições), gerindo e guardando as informações e respondendo às solicitações de informações a tempo [42; 43; 44].

A *AIDA* apresenta uma integração do **PCE** (*AIDA-PCE*), atualmente em funcionamento no **CHP**, que por sua vez segue um método orientado ao problema denominado

por **Problem Oriented Medical Record (POMR)**, onde a informação clínica (sintomas do paciente, observações do médico, diagnóstico e plano que tratamento) é registrada para a resolução de problemas específicos [23].

O AIDA-PCE apresenta um processo do registo de informação clínica dos episódios, apresentado na Figura, sendo que um episódio é iniciado no momento da admissão de um paciente na unidade hospitalar e encerrado na sua saída (alta). Um episódio é o conjunto de todas as operações para o paciente, desde o início do tratamento até ao final. Cada episódio é construído sobre um **Base de Dados Integral (BDI)**, a Lista de Problemas, o Plano Terapêutico e os registos subsequentes. Nota-se que este registo pode ser atualizado durante o episódio e ao longo da evolução do paciente. [23; 38].

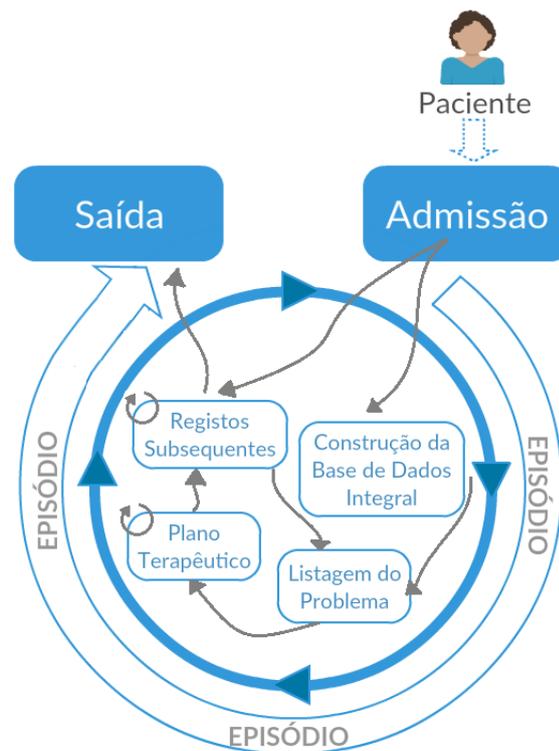


Figura 4.: Estrutura da plataforma AIDA-PCE. Adaptado de [23].

AIDA-VIEW Atualmente, a **AIDA** integra uma plataforma informalmente denominada de **AIDA-VIEW** que permite a visualização de **Meios Complementares de Diagnóstico e Terapia (MCDT)**. Esta pode ser considerada uma ferramenta extra da plataforma **AIDA** uma vez que toda a informação necessária para o seu funcionamento

provém do AIDA. Os **MCDT** são carregados para esta plataforma através de diferentes fontes:

- **Simple Object Access Protocol (SOAP):** protocolo baseado em **XML** para mensagens e chamadas de procedimento remoto (**RPC**). Em vez de definir um novo protocolo de transporte, o **SOAP** usa protocolos já existentes, como **HyperText Transfer Protocol (HTTP)**, **Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)** e **MQSeries** [45]. Este é o protocolo usado para carregar **MCDT** provenientes dos laboratórios e dos serviços de Gastroenterologia e Cardiologia.
- **Health Level Seven (HL7):** protocolo internacional para intercâmbio de dados eletrônicos. Este protocolo é utilizado no **CHP** para carregar os **MCDT** de Imagiologia.
- **Método de Upload:** em alguns serviços ainda é feito o upload manual de **MCDT**, especialmente de anexos.
- **Pastas Partilhadas:** método utilizado em poucos serviços que consiste em pastas partilhadas através da rede local.

Assim, a **AIDA** facilita o acesso e a partilha de informação, facilitando também e impulsionando o desenvolvimento e a aplicação de outras ferramentas computacionais com o objetivo de otimizar a prestação de cuidados por parte das instituições de saúde, como é o caso dos **Sistemas de Apoio à Decisão Clínica (SADC)**.

2.3 SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO CLÍNICA

A adoção do **PCE** nos hospitais está a fornecer uma elevada riqueza de informações para os profissionais de saúde, levando a que se começasse a integrar os **Sistemas de Apoio à Decisão Clínica (SADC)**, que por sua vez beneficiam da rede de informações fornecidas pelo **PCE**, para auxiliar o encontro médico-paciente em vários pontos, desde a consulta inicial até ao diagnóstico e ao acompanhamento [15].

Os **SADC** são sistemas computacionais projetados para impactar de forma positiva a tomada de decisão de um profissional de saúde sobre pacientes no momento em que essas decisões têm de ser tomadas. Com o foco crescente na prevenção de erros médicos ocorridos, os **SADC** têm sido propostos como um elemento chave das abordagens dos sistemas para melhorar a segurança do paciente [14].

Um SADC pode ser descrito usando várias dimensões. De acordo com a sua estrutura, os SADC diferem entre si relativamente ao momento em que fornecem suporte (antes, durante ou após a decisão clínica ser tomada) e o quão ativo ou passivo é no suporte, ou seja, se o SADC fornece ativamente alertas ou passivamente responde a *inputs* do médico ou a informações específicas do paciente. Finalmente, o SADC varia em quão fácil é o acesso dos profissionais de saúde bastante ocupados [14]. Assim, mais de um quarto de século de experiência com os SADC levou a algumas conclusões pertinentes, entre elas [14; 15]:

- o uso de SADC pode reduzir significativamente as despesas dos pacientes e custos para o hospital;
- os SADC são importantes na prevenção de erros em parâmetros relacionados com medicação, por exemplo a dosagem;
- uma boa apresentação dos resultados de exames anteriores pode reduzir testes desnecessários;
- os utilizadores não devem ser sobrecarregados, muitos lembretes ou muitas opções podem ser piores do que nenhum e as mensagens e texto devem ser mantidos curtos e focados;
- obter o *feedback* dos utilizadores é muito importante;

Deste modo, se usados de forma adequada, os SADC têm o potencial de mudar a forma como a medicina é praticada.

2.4 COMPUTAÇÃO UBÍQUA

Em 1991, Mark Weiser afirmou que *"as tecnologias mais profundas são aquelas que desaparecem, pois envolvem-se tão bem no quotidiano que se tornam indistinguíveis deste."*, descrevendo assim a sua visão de computação ubíqua. A essência dessa visão era a criação de ambientes saturados com capacidade de computação e comunicação, ainda que graciosamente integrados para utilizadores humanos [46].

Hoje vivemos num mundo em que qualquer informação está ao nosso alcance, a ponto de existir até uma sobrecarga de informação. A maioria das formas de comunicação da informação é muitas vezes stressante, não apenas pela sobrecarga

de informação, mas também pela forma como é exibida. É fácil sentir-se stressado quando não se encontra as informações necessárias, mas também quando se descobre as informações pretendidas com um nível de detalhe além do necessário [47].

A computação ubíqua representa uma nova direção no pensamento sobre a integração e o uso de computadores na vida das pessoas, na disponibilização da informação. O objetivo é alcançar um novo paradigma de computação, em que haja um alto grau de abrangência e ampla disponibilidade de computadores ou outros dispositivos de TI no ambiente físico. Consequentemente, o meio físico é beneficiado com vantagens em termos de capacidades de processamento, armazenamento e de comunicação dos computadores. Este novo paradigma de computação não está restrito apenas a melhorar o meio físico com dispositivos de computação, sensores ou outros elementos incorporados para fornecer comunicações entre eles. Também se preocupa com a maneira como esta computação é disponibilizada para a interação com os utilizadores como um apoio às suas atividades [48].

Sistemas e tecnologias ubíquos têm sido cada vez mais implementados em diferentes domínios que passaram a utilizar aplicações baseadas neste tipo de tecnologia de informação, como por exemplo [48]:

- negócios, tentando melhorar o modo como os negócios são feitos ou até mesmo arranjar maneiras novas e inovadoras de fazer negócios;
- pessoais ou sociais, tentando melhorar a qualidade de vida das pessoas;
- agricultura;
- restauração;
- saúde;

Os avanços na área da computação ubíqua estão ligados a dois conceitos: a computação móvel e a computação pervasiva. Existem ainda outros conceitos importantes associados, nomeadamente a computação calma, a computação sensível ao contexto e os ambientes inteligentes.

2.4.1 *Computação Pervasiva*

O conceito de computação pervasiva implica que o computador está envolvido no ambiente de forma invisível para o utilizador. Neste seguimento, o computador consegue extrair informação do ambiente em que está envolvido e utilizá-la para dinamicamente controlar, configurar e ajustar a aplicação de forma a responder melhor às necessidades do dispositivo ou do utilizador. Com esta interação, os computadores adquirem a capacidade de atuarem de maneira “inteligente” no meio envolvente, um ambiente constituído por sensores e serviços computacionais. A computação ubíqua surge então da necessidade de se integrar mobilidade com a funcionalidade da computação pervasiva [49; 50; 51].

2.4.2 *Computação Móvel*

Um dos principais desafios para o trabalho hospitalar é a mobilidade de médicos, pacientes e dispositivos clínicos. Esta necessidade de mobilidade deve ser apoiada pela tecnologia informática. Assim, a estratégia atual para apoiar o trabalho móvel num hospital é usar a tecnologia de computação móveis (PDAs, *tablet PCs* e *laptops*) com uma rede local sem fio. Muitos hospitais agora têm *WiFi* e muitos profissionais de saúde, especialmente médicos, usam PDAs como um repositório de informações que fornece acesso a manuais sobre temas como medicina, procedimentos departamentais, diretrizes clínicas e formulários de referência. Em muitos hospitais os *laptops* são usados em rondas de vigilância para aceder ao PCE dos pacientes [52; 53].

Tanto o tamanho como o preço dos dispositivos móveis estão cada vez mais pequenos e podem, eventualmente, dar suporte à visão de Weiser de dispositivos computacionais muito pequenos disponíveis para os utilizadores em qualquer ambiente humano. Nesse sentido, estamos gradualmente a caminhar para o “desaparecimento” dos computadores, libertando os utilizadores para se concentrarem além deles. A computação móvel surge assim da integração dos dispositivos móveis com a *Web* [54; 55; 56].

O objetivo “a qualquer altura, em qualquer lugar” da computação móvel é essencialmente uma abordagem reativa para o acesso à informação, mas prepara o caminho para o objetivo pró-ativo “sempre em todo o lado” da computação ubíqua. A computação ubíqua pode então ser considerada um superconjunto da computação móvel. Além da mobilidade, os sistemas ubíquos precisam de suporte para intero-

perabilidade, escalabilidade, inteligência e invisibilidade para garantir que os usuários tenham acesso contínuo à computação sempre que precisarem [54].

2.4.3 *Computação Calma*

Weiser afirmou também que o acesso a informações através de interfaces ubíquas deve acontecer de maneira natural, implicando, na sua visão, a utilização do conceito de computação calma, que por sua vez visa uma interação calma e confortável ao exigir menos atenção por parte do utilizador, evitando a sobrecarga de informação sobre o mesmo e resultando por fim numa interação natural. Na prática, isto resulta no desenvolvimento de interfaces que não dependem de um conhecimento prévio para serem utilizadas, o que impede a acumulação de informações desnecessárias e permite ao utilizador uma interação por meio de interfaces naturais e intuitivas [57].

Num ambiente hospitalar é indispensável a existência de **SIH** integrados no ambiente e capazes de disponibilizar toda a informação necessária sem sobrecarregar os utilizadores. Deste modo, o desenvolvimento de aplicações adaptáveis a dispositivos móveis associados à computação calma com o principal objetivo de transmitir e permitir o acesso à informação necessária aos profissionais de saúde, de forma remota e em qualquer local, torna-se um desafio interessante.

2.4.4 *Computação Sensível ao Contexto*

A computação sensível ao contexto, que é um conceito-chave na computação ubíqua, é a capacidade de uma aplicação se adaptar a circunstâncias variáveis e responder de acordo com o contexto do seu uso. O objetivo da computação sensível ao contexto é adquirir e utilizar informações sobre esse contexto para fornecer serviços adequados.

Na computação ubíqua, o contexto de uso é inevitável na interação com computadores. As expectativas de um utilizador a respeito de um sistema e a expectativa pela resposta do sistema com que se está a interagir é fortemente dependente da situação em que este se encontra. O uso de tecnologia sensível ao contexto é uma maneira de reduzir a sobrecarga de informações [57; 58].

A maioria dos profissionais de saúde precisa de se movimentar continuamente pelas instalações do hospital para aceder a pessoas, conhecimento e recursos, estando constantemente a mudar seu contexto. Em geral, os **SIH** sensíveis ao contexto caracterizam

situações identificando “quem, onde e o quê”. Estes, ajudam a localizar e apresentar informações relevantes aos utilizadores, tendo em conta informações contextuais, como identidade, função e localização de um utilizador, dispositivo usado, hora e estado de um artefacto de informação (por exemplo, a disponibilidade de resultados laboratoriais) [52; 58].

2.4.5 *Inteligência Ambiente (AmI)*

Desenvolvimentos na área da computação ubíqua em termos de desenvolvimento de sistemas mostram uma construção dinâmica para o desenvolvimento de sistemas de **Inteligência Ambiente (AmI)**. A **AmI** é um paradigma que está a emergir em que as pessoas são empoderadas através de ferramentas inteligentes incorporadas no ambiente circundante [38; 59].

A **AmI** surge como uma visão futura da sociedade da informação que combinará computação, comunicação ubíqua e interfaces amigáveis com suporte para a interação com humanos. Existem algumas características para a sua classificação e muitas delas refletem as expectativas que surgem em torno desta nova área, ou seja, serem sensíveis, adaptáveis (podem mudar em resposta ao utilizador), personalizadas (podem ser adaptadas às necessidades do utilizador), antecipatórias (podem antecipar a vontade do utilizador), inteligentes, transparentes, omnipresentes e responsivos. A capacidade da **AmI** de ser transparente está estritamente associada à noção de computação ubíqua [59; 60]. Este conceito tenta retratar uma visão do futuro em que todos nós estaremos cercados por ambientes eletrónicos inteligentes, com a pretensão de serem sensíveis e responsivos às nossas necessidades [61].

Uma necessidade humana fundamental em que a **AmI** pode ser usada é a prestação de cuidados de saúde, na qual pode melhorar e manter a qualidade de vida sem aumentar os encargos financeiros ou de cuidado. Os cuidados de saúde parecem ser o domínio em que o desenvolvimento de sistemas omnipresentes é mais necessário, uma vez que é necessário tomar decisões com base em informações factuais, quando necessário. Os **SIH** atuais estão longe de serem perfeitos e uma atitude de abertura e disposição para ajudar a melhorar o sistema de saúde é crucial. Portanto, considera-se que o setor da saúde representa uma janela de oportunidades para a criação e implementação deste tipo de sistemas. Por exemplo, a tecnologia de inteligência ambiente pode ser usada para monitorizar o estado de saúde de pessoas idosas ou pessoas

com doenças crónicas, e pode também fornecer assistência a indivíduos com limitações físicas ou mentais [62; 63].

Dadas as necessidades atuais em termos de cuidados de saúde é essencial para desenvolver novos sistemas de apoio que sejam capazes de criar ambientes seguros e adaptativos, a fim de satisfazer as necessidades de cada paciente. Assim, num contexto de saúde ubíquo, o sistema deve integrar dispositivos heterogéneos, suportar uma interação multimodal e a migração da interface do utilizador, além de gerir informações sobre o contexto [52; 64].

METODOLOGIAS DE INVESTIGAÇÃO E TECNOLOGIAS

Durante este capítulo estão descritas as metodologias e tecnologias escolhidas para a elaboração deste trabalho. Este capítulo divide-se então em 3 subsecções. Numa primeira secção é descrita a metodologia de investigação utilizada para desenvolver este projeto, nomeadamente a [Design Science Research \(DSR\)](#)(Secção 3.1). Numa segunda secção são apresentadas as linguagens de programação e bibliotecas utilizadas no desenvolvimento da ferramenta (Secção 3.2). De seguida, na terceira secção é apresentada a metodologia [Prova de Conceito \(PoC\)](#), aplicada de modo a provar a viabilidade e a utilidade da ferramenta desenvolvida (Secção 3.3).

3.1 METODOLOGIA DE DESIGN SCIENCE RESEARCH

A metodologia considerada mais adequada e que guiou a realização deste projeto foi o [Design Science Research \(DSR\)](#). Esta escolha deve-se ao facto desta metodologia, na área das Tecnologias de Informação, ter como principal objetivo a construção de uma solução/artefacto face a um problema, ou seja, trata-se de processo rigoroso de projetar artefactos para resolver problemas e avaliar o uso e/ou a performance do que foi projetado de modo a melhorar e entender o comportamento de certos aspetos dos SI [65; 66].

Para Vaishnavi e Kuechler [65], a [DSR](#) é um novo conjunto de técnicas analíticas que permitem o desenvolvimento de pesquisas científicas em diversas áreas, com particular interesse na engenharia. A [DSR](#) tenta concentrar a criatividade humana no projeto e na construção de artefactos que tenham utilidade em ambientes aplicativos. Estes artefactos devem ser relevantes, úteis, bem sucedidos, viáveis para a resolução dos problemas inicialmente identificados e eficazes, sendo que estes pontos devem ser rigorosamente demonstrados através de métodos de avaliação apropriados e corretamente

executados. Assim, toda esta pesquisa deverá aplicar métodos rigorosos tanto no seu processo de elaboração como de avaliação, apresentando contribuições constatáveis [67; 68].

A Figura 5 representa esquematicamente o processo típico do *DSR*, isto é, apresenta resumidamente os passos que devem ser seguidos na elaboração de artefactos de *TI* científicos. Estas etapas estão ligadas entre si e são resumidamente *Definição do Problema e Motivação*, *Definição dos Objetivos e Solução*, *Design e Desenvolvimento*, *Demonstração*, *Avaliação* e *Comunicação*.

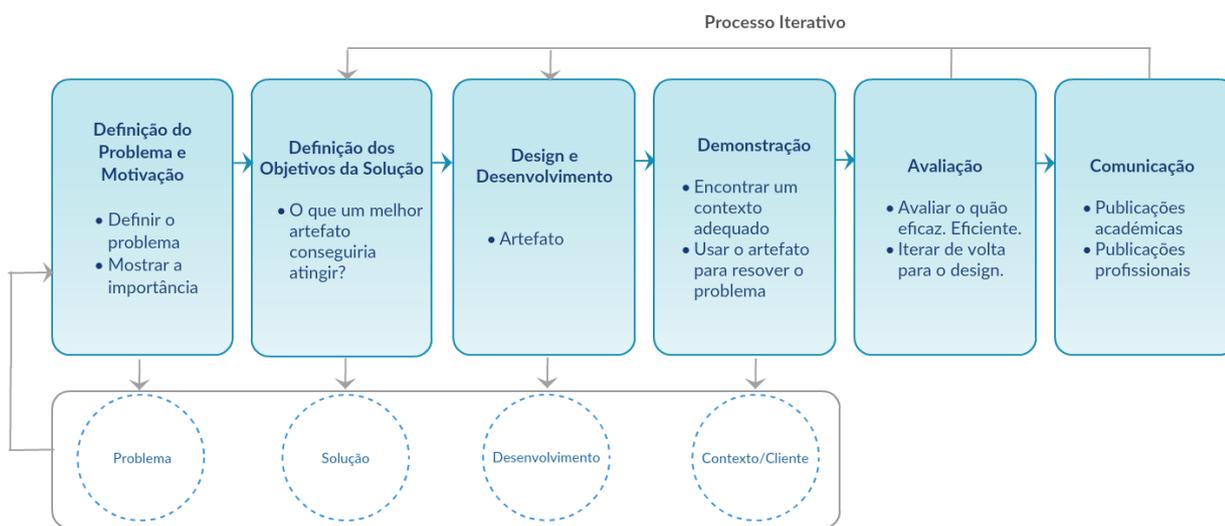


Figura 5.: Diagrama esquemático do processo da metodologia *DSR* adaptado de [69].

De forma sucinta, numa primeira fase, é feita a identificação do problema resultando numa proposta de investigação. De seguida, são definidos os objetivos tendo em conta a proposta definida anteriormente. Esta é uma fase dinâmica e criativa, onde podem surgir componentes novos para além dos existentes. Após esta fase, segue-se o *design* e a implementação do artefacto. Já numa fase final, o artefacto é avaliado, de acordo com os critérios traçados numa primeira fase, podendo ser feitas melhorias caso seja necessário e por fim, se os resultados obtidos forem satisfatórios, dá-se então o término da investigação e esta é transmitida de forma eficiente para o público-alvo, caso contrário, é recomeçado o ciclo *DSR*.

Na presente dissertação, todos os estudos apresentados seguem uma metodologia *DSR*. O ponto de partida do projeto foi a identificação do problema que se traduz num visualizador de *MCDT* obsoleto, em funcionamento no Centro Hospitalar do

Porto, que se traduz num processo ineficiente na consulta de informações importantes durante o processo de diagnóstico levando assim ao aumento do risco clínico. O objetivo principal consiste então em encontrar uma solução que auxilie os profissionais de saúde neste processo de consulta, tornando-o mais rápido e eficaz. Assim, o protótipo desenvolvido consiste numa nova plataforma de visualização de MCDT construída de modo a agilizar e facilitar o processo, incluindo mecanismos de organização, pesquisa e incorporação de contexto. A fase posterior ao seu desenvolvimento passa pela sua implementação em fase de testes primeiramente por um grupo de médicos e enfermeiros pertencentes ao grupo PCE e posteriormente pela implementação em todo o hospital. Após a implementação, deve ser avaliada a sua performance e realizados alguns ajustes caso se justifique. Neste caso, a ferramenta foi avaliada através de uma avaliação Strengths Weaknesses Opportunities and Threats (SWOT), realizando-se também um estudo de usabilidade/aceitação com a elaboração de um questionário a ser preenchido pelos utilizadores da ferramenta desenvolvida.

3.2 LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO E BIBLIOTECAS

Nesta secção são apresentadas as bibliotecas e as linguagens de programação utilizadas na construção da plataforma AIDA-MCDT. Foram vários os critérios ponderados na escolha destas tecnologias, uma vez que o ambiente real onde se pretende implementar o projeto é um ambiente rigoroso, mas ao mesmo tempo bastante dinâmico, necessitando de interfaces intuitivas e de fácil acesso à informação. Assim, foram investigadas várias ferramentas conhecidas no desenvolvimento de interfaces e foi feita uma comparação entre elas de modo a tentar perceber qual seria a mais indicada para este projeto tendo em conta as suas características. Em relação ao *backend*, tendo em conta que todas as informações necessárias ao funcionamento da plataforma se encontram armazenadas em bases de dados do hospital, foi necessário escolher como seria feita a ligação entre a interface desenvolvida e a base de dados.

3.2.1 *JavaScript*

Como resultado da consideração de várias linguagens de desenvolvimento de interfaces do utilizador, do ponto de vista de aplicabilidade para execução de código no *browser*, foi concluído que o JavaScript seria a linguagem mais apropriada. Esta escolha

deveu-se ao facto de o JavaScript ser usado em varias áreas, nomeadamente, *browsers* clientes, parte do servidor, plataformas móveis, bem como aplicações de *desktop*.

JavaScript é uma linguagem de programação *Web* de alto nível, dinâmica, interpretada e não tipificada, conveniente para estilos de programação orientados a objetos e funcionais. A ampla maioria dos sites modernos usa JavaScript e todos os navegadores modernos — em computadores, tablets e smartphones — incluem interpretadores JavaScript, tornando-a a linguagem de programação mais omnipresente da história. Esta linguagem parte do trio de tecnologias que todos os programadores *Web* devem conhecer: [HyperText Markup Language \(HTML\)](#), para especificar o conteúdo de páginas Web; [Create, Read, Update, Delete \(CRUD\)](#), para especificar a apresentação dessas páginas; e JavaScript, para especificar o comportamento delas [70].

3.2.2 Biblioteca ReactJS

À medida que a *Web* evolui e a versatilidade do espaço *online* cresce rapidamente, a tarefa de criar aplicações ricas em recursos fica consideravelmente mais complicada. Hoje em dia, não é tão fácil satisfazer os clientes com plataformas básicas, pois todos querem ver os seus produtos atualizados de acordo com as últimas tendências tecnológicas. Como há um grande número de estruturas de desenvolvimento *Web* disponíveis atualmente, pode ser um desafio a tarefa de escolher o caminho certo para um projeto.

Para a concretização deste projeto foi escolhida a biblioteca ReactJS. O ReactJS é uma biblioteca JavaScript criada pelo Facebook em 2013 e é implementada para desenvolver componentes de [Interface do Utilizador \(UI\)](#) reutilizáveis. De acordo com a documentação oficial do React, esta é definida como uma biblioteca para construir interfaces de utilizador modulares [71]. O React basicamente permite o desenvolvimento de aplicações grandes e complexas baseadas na *Web*, que podem alterar os seus dados sem subsequentes atualizações de página. É usado como o *View (V)* no *Model-View-Controller (MVC)*. O React abstrai o [Document Object Model \(DOM\)](#), oferecendo assim uma experiência de desenvolvimento de aplicações simples, de alto desempenho e robustas. Nesta biblioteca, o suporte para aplicações móveis é oferecido usando o React Native. O React implementa um fluxo de dados unidirecional mantendo assim tudo rápido, modular e garantindo um alto desempenho na renderização de conteúdos [72].

Deste modo, as principais características desta biblioteca e as principais razões para a sua escolha neste projeto são:

- O ReactJS não atualiza o **DOM** real diretamente, atualiza o **DOM** virtual.

O React não interage com o **DOM** gerado pelo navegador, mas reage ao modelo de objeto do documento armazenado na memória (**DOM** virtual). Isso resulta num desempenho rápido e robusto da aplicação [72; 73].

- Fácil de aprender e fácil de usar.

O React é fácil de aprender e fácil de usar e existe uma boa quantidade de documentação, tutoriais e recursos de treino. Qualquer pessoa que tenha algum historial em JavaScript pode entender e começar a usar o React em alguns dias [72].

- Mais fácil de escrever com **JSX**.

De uma forma sucinta, o **JSX** é uma extensão de sintaxe do JavaScript (daí o nome, JavaScript Syntax eXtension) que nos permite escrever **HTML** dentro do JavaScript. Não é obrigatório usar durante o desenvolvimento de uma aplicação em React, mas é muito popular entre os programadores, pois é agradável, pouco complexa e facilita bastante o desenvolvimento da aplicação. Gera-se assim a necessidade de compilar **JSON** em JavaScript normal, tarefa que normalmente é feita por um compilador denominado Babel [72; 73].

- *Performance* altamente eficiente.

Este é um dos principais fatores que faz com que os *frameworks* se destaquem entre dezenas de *frameworks* nesta área tão competitiva. A razão para o desempenho altamente eficiente do React é essencialmente o recurso ao **DOM** virtual, como já foi referido anteriormente [72].

- Fluxo de dados unidirecional.

Ao contrário da maioria dos *frameworks*, o React apresenta um fluxo de dados unidirecional, ou seja, com a base de componentes definida, o normal é sempre os componentes pais tratarem de como gerir seus componentes filhos via propriedades/props. Isto pode ser também chamado *top-down*. Com o objetivo de gerir o compartilhamento de dados entre os vários componentes, surgiu o Redux, uma implementação da arquitetura Flux. A ideia geral do Flux é que quando um

utilizador interage com um componente do React (*View Controller*), a *View* (componente) provoca uma ação através do *Dispatcher*, para os diversos *Stores* que mantêm os dados da aplicação e regra de negócio e que atualizam todas as *Views* que são afetadas [72; 73]. No caso do Redux, este é bastante utilizado com o React e gere o estado de todos os componentes da aplicação. O seu funcionamento encontra-se na Figura 6 em forma de esquema, que por sua vez foi adaptado ao contexto deste projeto.

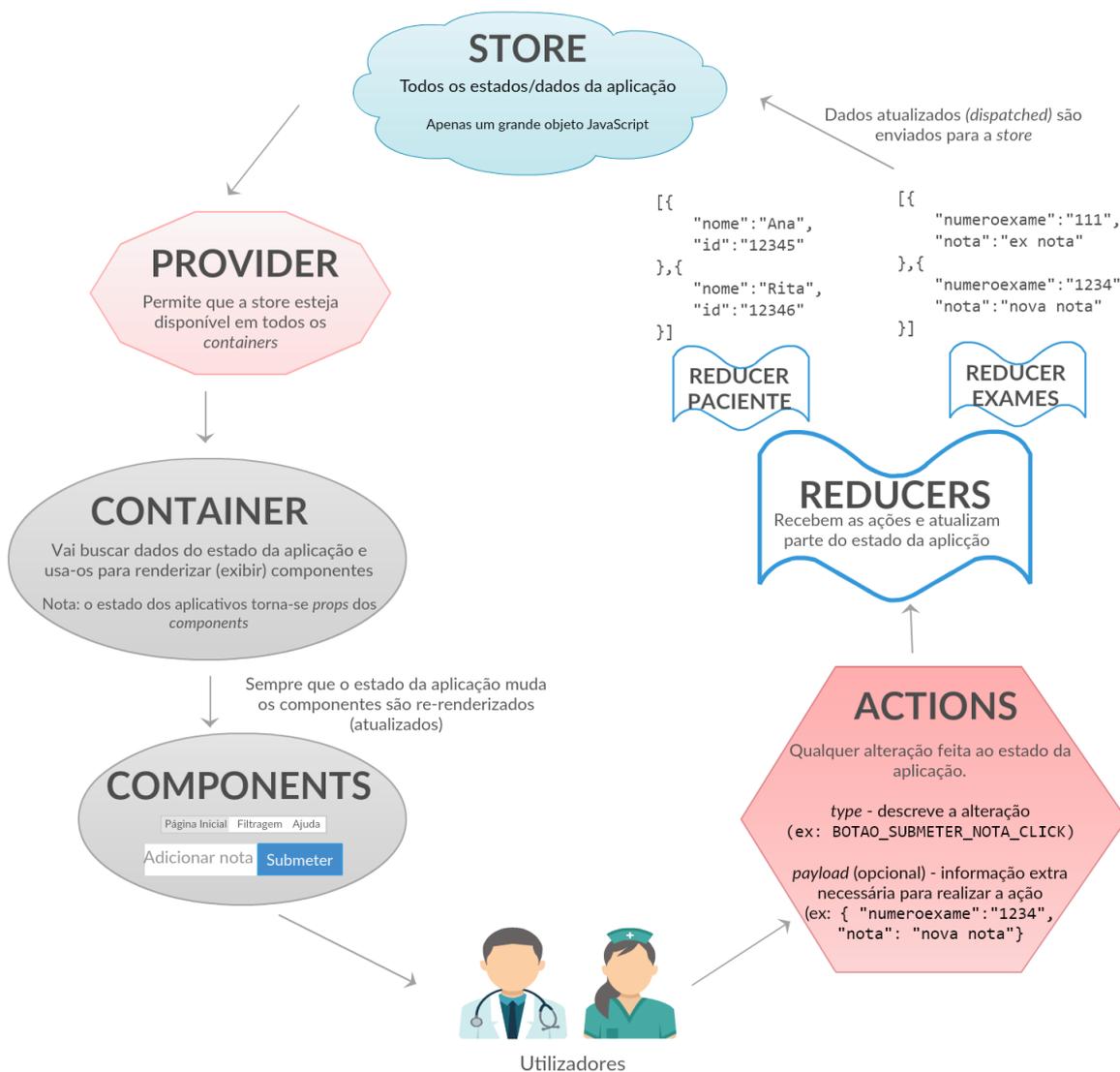


Figura 6.: Diagrama esquemático do funcionamento do Redux adaptado de [74].

- Diversas formas de adicionar estilos à aplicação.

Existem várias formas de adicionar estilo aos diversos componentes de uma aplicação sendo que a mais típica é o uso de **CSS**, em que são dados determinados nomes (*ClassName* no caso do React) aos componentes, que por sua vez se encontram mapeados na folha **CSS** com os respetivos estilos definidos. Além de neste projeto se ter usado o **CSS** básico, foi utilizada também uma *framework* denominado Bootstrap, mais concretamente o React-Bootstrap (biblioteca que oferece os componentes clássicos do Bootstrap construídos em React). O Bootstrap fornece alguns componentes prontos a utilizar facilitando assim o processo de *design*. A principal vantagem da utilização desta biblioteca foi o facto do suporte inerente ao *design* responsivo do Bootstrap permitir que qualquer pessoa comece a desenvolver sem se preocupar com o tamanho do ecrã de cada dispositivo. Este é um ponto fulcral uma vez que permite a integração e utilização da aplicação web desenvolvida em dispositivos móveis sem necessitar de grandes modificações.

Por fim, uma vez que a aplicação contém vários ficheiros diferentes (**CSS**, imagens, JavaScript) surge a necessidade de utilizar um *bundler*, ou seja, uma ferramenta que pegue em todos estes *assets* e nas respetivas dependências e os junte num só ficheiro (ou mais que um devidamente ordenados) pronto a ser lido pelo *browser*. Neste projeto optou-se pelo Webpack, sendo este o *bundler* mais utilizado atualmente.

3.2.3 Programação em PHP

Para o desenvolvimento da plataforma de visualização de **MCDT** foi necessário recorrer à linguagem de programação PHP (na versão 5.6.31). A necessidade de utilização desta linguagem surge com a necessidade de desenvolver e utilizar um *Web Service* para o correto funcionamento da aplicação nomeadamente na parte de transmissão de dados.

Um *Web service* é essencialmente uma abstração semanticamente bem definida de um conjunto de atividades computacionais ou físicas envolvendo um número de recursos, destinado a atender uma necessidade do cliente [75]. O processo de comunicação entre o *Web Browser* (cliente) e o *Web service* acontece através de protocolos, sendo que estes protocolos permitem a troca de dados nos **SI** entre diferentes máquinas através da Internet. O cliente envia um determinado pedido (*request*) a ser processado pelo *Web Server*, retornando posteriormente a sua resposta (*response*) num formato especificado. Neste projeto, o *Web service* desenvolvido é utilizado então como a fonte de dados

para a aplicação cliente. Há duas maneiras principais de desenvolver *Web services*: os *Web services* tradicionais baseados em **SOAP** e os *Web services* RESTful conceitualmente mais simples. O primeiro é baseado em **Web Services Description Language (WSDL)** e **SOAP (Simple Object Access Protocol)**, enquanto o segundo está em conformidade com os princípios de arquitetura **REpresentational State Transfer (REST)**.

REST (Representational State Transfer)

O **REST** usa uma arquitetura cliente-servidor e não restringe a comunicação entre o cliente e o servidor a um protocolo específico, mas é mais habitual ser usado com **HTTP**. Os *Web serviços* RESTful podem ser descritos usando a **WSDL**. Um arquivo **WSDL** descreve as solicitações que podem ser endereçadas legitimamente a um serviço, incluindo o **Uniform Resource Identifire (URI)** do serviço e os dados que o serviço espera e veicula [76].

Os principais métodos associados ao protocolo **HTTP** são criar, ler, atualizar e excluir (**CRUD**), que são implementados usando **POST**, **GET**, **PUT** e **DELETE**, respetivamente. Outra característica associada aos *Web services* RESTful é o facto de não existir estado, ou seja, o servidor nunca depende de informações de pedidos anteriores para responder a um novo. Estes apresentam ainda flexibilidade ao nível do formato dos dados que trocam, o que é um ponto a favor, uma vez que pode utilizar o formato **Exten-sible Markup Language (XML)**, **Javascript Object Notation (JSON)**, texto livre, entre outros. O formato que melhor satisfazia as necessidades específicas deste projeto foi o **JSON**, sendo este um tipo de estrutura de dados simples que faz parte do JavaScript [76; 77]. As respostas em **JSON** eram geradas após o *Web service* enviar um pedido à base de dados (*query*), que por sua vez retornava um *array* com as informações solicitadas. De seguida, a linguagem PHP já apresenta um método para transformar estes *arrays* em formato **JSON**, denominado *json.encode*. A receção dos dados com este tipo de formato por parte do *front-end*, facilitou imenso a sua manipulação e posterior apresentação.

Assim, neste projeto foi desenvolvida uma **CRUD RESTful PHP API**, uma vez que se trata de uma **Application Programming Interface (API)** programada usando PHP que segue a arquitetura **REST** e que utiliza os métodos **Create, Read, Update, Delete (CRUD)** do protocolo **HTML**. A escolha para este tipo de *Web service* em detrimento ao **SOAP** baseou-se em características como simplicidade, alta performance, fácil de utilizar com Javascript, escalabilidade e flexibilidade.

3.2.4 Programação em SQL

Os dados que são necessários apresentar na nova plataforma de visualização de MCDT estão armazenados em bases de dados, neste caso bases de dados pertencentes ao CHP.

Com o aumento exponencial dos dados produzidos pelos SI em ambiente hospitalar, é necessário um sistema para aproveitar o seu potencial e fornecer informações úteis para organizações e pessoas. Assim surgem os Sistemas de Gestão de Base de Dados (SGBD) que fornecem ferramentas para a criação, manutenção e administração de Base de Dados (BD), ou seja, os dados geridos pelos SGBD são armazenados em bases de dados [78]. Um exemplo de SGBD é o Oracle.

Por sua vez, uma base de dados é uma coleção de dados logicamente relacionados que podem ser gravados [79]. Uma base de dados é composta principalmente por tabelas, que por sua vez são compostas de linhas e colunas que são usadas para estruturar e organizar dados. A base de dados é projetada por meio de um processo conhecido como modelação e/ou normalização de relacionamento de entidade. O produto final desse processo é um modelo de bases de dados lógico que detalha quais as tabelas que devem ser criadas e quais são as relações entre elas. Quando esse modelo estiver disponível, a base de dados física pode ser criada usando SQL [78]. As bases de dados utilizadas neste projeto são do tipo *Oracle Database*.

Structured Query Language (SQL), em português Linguagem de Consulta Estruturada, é uma linguagem padronizada usada por todos os programas e utilizadores para aceder a bases de dados, fazendo por exemplo uma consulta através de *queries*. É uma linguagem não processual pois descreve o que precisa de ser feito e não como deve ser feito e toda a lógica de processamento é gerida pelo SGBD. Esta propriedade torna o SQL numa das linguagens de programação mais fáceis de aprender [78]. Existem algumas variações do SQL, denominadas extensões que se adaptam consoante o SGBD. No caso do Oracle, existe a PL/SQL (*Procedural Language/Structured Query Language*) que é basicamente uma sequência de instruções SQL agrupadas com recursos adicionais [80].

3.3 METODOLOGIA DE PROVA DE CONCEITO

A realização de um processo de Prova de Conceito (PoC), permite encontrar evidências suficientes da viabilidade técnica de produto ou serviço em questão. Algumas suposições

ou conclusões sobre a viabilidade podem precisar de ser ajustadas à medida que novos conhecimentos do produto surgirem. O PoC gera conhecimento sobre o *design*, desempenho, requisitos de produção e custos de produção preliminares do produto. O resultado final é um modelo de trabalho conhecido como protótipo. É essencial que os resultados de um PoC sejam reproduzíveis e, se relevante, as expectativas de qualidade da entidade onde o produto será implementado sejam satisfeitas [81]. A Tabela 2 fornece mais esclarecimentos e detalhes das atividades típicas que podem estar envolvidas antes, durante e depois do PoC para determinadas classes de produtos. Algumas atividades essenciais, porém genéricas, no PoC são:

- examinar os requisitos operacionais do produto ou processo;
- identificar potenciais riscos de segurança;
- realizar uma avaliação preliminar da produção;
- realizar uma avaliação preliminar de fabricação
- estimar custos dos protótipos;

Deste modo, pode afirmar-se que um dos passos mais importantes no processo de design, planeamento, desenvolvimento, implementação e apresentação de um protótipo na área das Tecnologias de Informação é a realização da prova de conceito uma vez que consegue estabelecer se a solução encontrada satisfaz a sua finalidade, cumprindo os requisitos e objetivos inicialmente definidos. Permite também identificar potenciais falhas ou erros na solução proposta.

A aplicação desta tecnologia no presente projeto foi efetuada após o desenvolvimento da plataforma planeada, através da análise de SWOT, que resumidamente procura definir os pontos fortes, fracos, oportunidades e ameaças da solução apresentada, e também através do uso do *Technology Acceptance Model* (TAM).

A prova de conceito deste projeto, tal como todos os passos envolvidos na sua realização, está apresentada no Capítulo 5 deste documento.

Tabela 2.: Atividades típicas antes, durante e depois do PoC para determinadas classes de produtos. Adaptada de [81]

| | Biociotecnologia | Engenharia e Manufatura | Tecnologias de Informação e Telecomunicações |
|--|---|---|--|
| Pesquisa e Desenvolvimento | <ul style="list-style-type: none"> - Soluções de pesquisa; - Identificação do composto principal para ensaios; - Desenvolver soluções pré-clínicas; - Testes de toxicidade; - Otimização. | <ul style="list-style-type: none"> - Soluções de pesquisa; - Componentes de pesquisa; - Estabelecer especificações; - Diagrama de fluxo de processo; - Diagrama de processo e instrumentação; - Modelação; - Simulação; - Desenvolver soluções para inovações essenciais. | <ul style="list-style-type: none"> - Soluções de pesquisa; - Análise de requisitos; - Projeto do sistema; - Especificação funcional; - Documentação de requisitos de software; - Modelação; - Construção do primeiro protótipo (inovação central); |
| Prova de conceito | <ul style="list-style-type: none"> - Testes em animais; - Ensaios clínicos (fases I, II e III); - Purificação; - Teste em campo de pequena escala ou estufa; - Construção e teste do protótipo completo. | <ul style="list-style-type: none"> - Construir e testar o protótipo completo; - Integrar componentes; - Testes laboratoriais; - Otimização; - Refinar design; - Integração. | <ul style="list-style-type: none"> - Construir a primeira versão do produto; - Alfa, teste piloto; - Sistema, carga, teste de interoperabilidade; - Suporte de plataforma; - Integração; - Otimização; - Documentação de implementação e garantia de qualidade. |
| Comercialização numa fase inicial | <ul style="list-style-type: none"> - Alguns (mas não todos) ensaios clínicos fase IV; - Teste de campo; - Documentação dos procedimentos de teste. | <ul style="list-style-type: none"> - Teste de campo; - Processo de produção de design; - Ferramenta para produção experimental; - Produção experimental; - Documentação dos procedimentos de teste. | <ul style="list-style-type: none"> - Teste beta; - Teste de campo; - Documentação dos procedimentos de teste. |

AIDA-MCDT: PLATAFORMA DE VISUALIZAÇÃO DE MEIOS COMPLEMENTARES DE DIAGNÓSTICO E TERAPIA

Neste capítulo será descrita de forma detalhada a plataforma AIDA-MCDT, uma plataforma de visualização de [Meios Complementares de Diagnóstico e Terapia \(MCDT\)](#) baseada na Web desenvolvida no âmbito da presente dissertação. Numa fase introdutória é feita uma breve contextualização do problema, seguida da definição dos requisitos levantados e posteriormente uma descrição da sua arquitetura bem como uma descrição detalhada do seu desenvolvimento e do seu funcionamento.

4.1 INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios da área da saúde é melhorar a acessibilidade e a disponibilidade da informação clínica dos pacientes. Este desafio impulsionou o desenvolvimento da [Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica e Clínica \(AIDA\)](#) de forma a garantir a interoperabilidade entre os vários [Sistemas de Informação Hospitalar \(SIH\)](#), estando esta implementada num dos maiores centros hospitalares de Portugal, o [CHP](#). Este sistema atualmente integra uma aplicação para visualização de [MCDT](#) baseada na web para facilitar o acesso direto aos serviços de informação, denominado AIDA-VIEW.

Uma [TI](#) moderna aparentemente já oferece soluções para aumentar a eficiência e a consistência na comunicação dos resultados de exames. Contudo, as plataformas de informação e comunicação estão a ser apenas lentamente adotadas e as expectativas dos profissionais de saúde no momento de consultar estes resultados acabam por não ser realizadas.

Em ambiente hospitalar, existem passos vulneráveis no processo de diagnóstico onde diversos tipos de falhas de comunicação podem acontecer. A intervenção de determi-

nadas tecnologias de informação pode prevenir eficazmente um ou mais tipos destas falhas, podendo melhorar significativamente o processo de diagnóstico. Dado que praticamente todos os passos do processo de diagnóstico incluem de alguma forma a visualização de **MCDT**, surge a necessidade de uma plataforma de visualização fácil, organizada, intuitiva, rápida e útil consoante o contexto do acesso à informação. A plataforma atual, baseada na *Web*, apresenta várias desvantagens que se pretende ser colmatar com o presente projeto.

A solução desenvolvida é também baseada na *Web* pois este tipo de aplicações é bastante vantajoso uma vez que combina princípios de interface e paradigmas de usabilidade com tecnologias robustas. Os avanços verificados na tecnologia *Web* estão a proporcionar oportunidades incríveis na evolução da qualidade dos cuidados de saúde prestados e no desenvolvimento de interfaces inovadoras. A aplicação é também adaptável para dispositivos móveis permitindo aos utilizadores o acesso à informação em qualquer lugar e em qualquer altura, levando assim a uma maior flexibilidade na comunicação e na consulta de informação. Os profissionais de saúde acabam por beneficiar bastante com estas características uma vez permite o acesso à informação que necessitam de uma forma fácil e remota enquanto estes se movimentam pelo hospital.

4.2 ANÁLISE DE REQUISITOS

A aplicação desenvolvida procurou dar continuidade ao progresso que se tem verificado nos sistemas de informação hospitalar através da construção de uma interface que melhore a interação entre profissionais de saúde e as aplicações informáticas inovando em alguns aspetos para que estes profissionais se possam concentrar mais na prática clínica e menos na tecnologia que os rodeia. Com o objetivo de potenciar assim usabilidade do sistema, melhorando a disponibilização da informação, surgiu a necessidade de reorganizar e melhorar a interface de consulta dos **MCDT**.

Durante a realização deste projeto foram feitas várias reuniões com o grupo **PCE** do **CHP**. Estas reuniões contaram com a presença de vários médicos, enfermeiros e técnicos de informática e serviram para discutir os requisitos necessários. Estes requisitos foram pensados tendo em conta o estado da plataforma de visualização atual, identificando os seus pontos fracos para que pudessem ser resolvidos e os pontos fortes para que pudessem ser mantidos. Para tal, o seguinte conjunto de requisitos foi

proposto para que a aplicação AIDA-MCDT acrescentasse valor ao sistema onde será incluída:

- A nova plataforma deve ser dividida em módulos de modo a facilitar a navegação;
- Devem ser definidos agregadores para agregar os exames e consequentemente mapear os atos médicos ao respetivo agregador resultando numa organização poli-hierárquica, com indexação de MCDT numa relação 1:N;
- Deve ser permitida a pesquisa em texto livre e filtragem dos exames por data, módulo e estrutura corporal;
- Devem ser apresentados os exames consoante o contexto no momento de acesso à aplicação;
- Devem ser apresentados os exames não visualizados e mais especificamente não visualizados por especialidade;
- Possibilidade de adicionar comentários aos MCDT, bem como visualizar os comentários já adicionados;
- Deve ser incluído um pré-visualizador de pdfs de modo a facilitar a visualização dos relatórios;
- Deve ser incluída uma secção de exames pedidos;
- Manutenção da estrutura antiga orientada aos produtores para facilitar o processo de aprendizagem;
- Permissão de personalização de certos aspetos visuais por parte do utilizador;
- Devem ser definidos critérios de ordenamento;
- Recorrer a elementos gráficos, como por exemplo ícones, para tornar mais fácil a navegação;
- A interface desenvolvida deve ser intuitiva e fácil de utilizar, simplificando o processo de acesso a informação útil, recorrendo por exemplo ao uso de elementos visuais como ícones;

- A plataforma deve ser adaptável a dispositivos móveis, garantindo a mobilidade do utilizador.

A concretização destes requisitos será posteriormente demonstrada.

4.3 ARQUITETURA

A plataforma de visualização dos **MCDT** desenvolvida apresenta uma arquitetura baseada essencialmente em 3 componentes: a base de dados (que neste caso foram duas já existentes no **CHP**) onde estão armazenadas as informações necessárias, um *Web service* do tipo *CRUD RESTful API* programado em PHP e uma interface na parte do cliente acessível via *Web browser* desenvolvida em ReactJS. Importa ainda salientar que todas as metodologias e tecnologias associadas ao desenvolvimento desta ferramenta estão descritas na Secção 3.2 deste documento.

O funcionamento da aplicação *Web* baseia-se em pedidos de informação por parte do cliente (interface do utilizador) ao servidor através de *HTTP Requests*, levando a que este se conecte à respetiva base de dados realizando uma *query SQL*, que por sua vez retorna os dados necessários, enviados agora em formato **JSON** do servidor para o cliente através de *HTTP Responses*. A Figura 7 demonstra esquematicamente a arquitetura da aplicação desenvolvida, exibindo os seus três componentes principais e as interações entre eles.

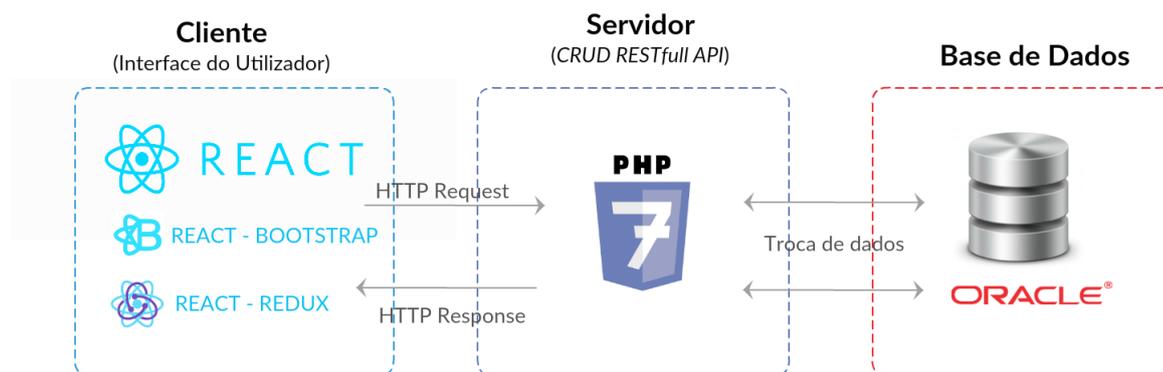


Figura 7.: Representação esquemática da arquitetura da plataforma AIDA-MCDT.

4.3.1 Bases de Dados

Numa fase inicial, e até durante o projeto, foi essencial identificar que informações seriam necessárias e onde as poderia encontrar. Assim, a base de dados SIL do **CHP** mostrou-se sem dúvida essencial pois continha a maioria das tabelas pertinentes para o desenvolvimento da aplicação. Também a base de dados **PCE** foi utilizada uma vez que apresentava informações sobre todos os episódios de um paciente. Deste modo, foram efetuados diversos cruzamentos de dados para que fossem retornadas as informações necessárias. De seguida está resumida a informação armazenada nas diversas tabelas já existentes nas bases de dados do **CHP** utilizadas para garantir o correto funcionamento da aplicação de visualização de **MCDT**:

- *dexames*: tabela principal e essencial para o funcionamento da aplicação, apresenta informações sobre os exames realizados pelo paciente. É constituída por diversas colunas importantes, contendo diversas informações pertinentes relacionadas com cada exame como: data do exame, o pedido associado (caso exista registo), o estado do relatório, o *path* do relatório, entre outros.
- *exames*: apresenta detalhadamente o que é contido em cada exame, ou seja, a cada exame presente na tabela *dexames* corresponde N linhas nesta tabela, mostrando assim os correspondentes atos médicos contidos no exame. É através destes atos médicos que é feita o mapeamento para os agregadores.
- *dpedidos*: apresenta os registos dos pedidos de exames associados a cada paciente. Contém informações como a data do pedido, o número do exame realizado caso já tenha sido realizado, o estado da marcação, entre outros.
- *pedidos*: apresenta detalhadamente o que é contido em cada pedido, ou seja, a cada pedido presente na tabela *dpedidos* corresponde N linhas nesta tabela, apresentado assim os correspondentes atos médicos contidos no pedido.
- *drequisicoes*: apresenta os pedidos de análises laboratoriais associados a cada paciente.
- *colheitas*: apresenta as marcações da recolha para as análises laboratoriais.
- *danexos*: contém informações sobre ficheiros anexos associados aos exames dos pacientes.

- *documentos_aida*: contém informações sobre outros documentos associados aos exames dos pacientes.
- *servposto*: contém informações sobre os postos de cada serviço para a realização de exames.
- *exaresults*: apresenta resultados de algumas análises laboratoriais.
- *grupedido*: apresenta os vários tipos (grupos) de pedidos com os respectivos códigos associados,
- *servico*: apresenta os diversos serviços que existem associados aos respectivos códigos.
- *utilizadores*: contém todos os utilizadores dos sistemas hospitalares com várias informações pertinentes como o id o utilizador, o nome e os serviços aos quais tem acesso.
- *pceepisodios*: ao contrário de todas as tabelas anteriormente apresentadas, esta pertence à base de dados *PCE* e apresenta todos os episódios associados aos pacientes. Nesta tabela para facilitar o cruzamento de dados foi adicionada uma coluna que indica o médico responsável pelos episódios de consultas externas.
- *exames_log*: apresenta os *logs* de todos os utilizadores que acedem a cada exame, controlando assim o acesso aos *MCDT*. O id de cada exame é representado pelo seu *path* do relatório uma vez que este é diferente para cada exame, mais especificamente para cada versão.

Algumas das tabelas referidas têm uma grande dimensão, por exemplo, a tabela 'exames' tem mais de 700 milhões de linhas, o que demonstra a elevada quantidade de informação produzida com os *MCDT*. Além destas tabelas principais já existentes, foram adicionadas três tabelas:

- *mapeamento*: inclui o mapeamento entre os agregadores definidos e os atos médicos. A realização deste mapeamento foi um trabalho exaustivo uma vez que foi feito um a um para milhares de atos. Primeiramente foi feito em Excel e posteriormente carregado para a base de dados.

- *notas_examenes*: inclui os comentários adicionados pelo utilizador aos **MCDT** através desta nova plataforma de consulta. Os comentários nesta tabela estão associados não só ao número de exame, mas também à sua versão. Naturalmente, é também associado o utilizador que adicionou o comentário.
- *ajuda_mcdts*: inclui informações sobre os problemas que foram reportados bem como as opiniões. Cada linha indica se é um problema ou uma opinião, quem a adicionou e quando.

4.3.2 *Web service*

Tal como já foi referido, o *Web service* desenvolvido em PHP é do tipo *CRUD RESTful API*. A sua utilização é bastante simples, iniciando-se como um pedido de informação pelo cliente, que por sua vez pode mandar alguns parâmetros úteis para a obtenção dos dados pretendidas. Dá-se então posteriormente a conexão à base de dados pretendida através da chamada *oci_connect* usada para conexões a bases de dados Oracle. Após a ligação estar estabelecida, torna-se possível realizar *queries SQL* à base de dados de modo a obter os dados pretendidos. Após os dados serem obtidos pelo *web service*, estes são transformados no formato **JSON** através do comando *json_encode* e enviados para o cliente.

4.4 FUNCIONAMENTO

A interface da plataforma desenvolvida encontra-se dividida em 3 módulos. Contém uma página inicial onde se encontram os **MCDT** divididos pelos agregadores bem como os pedidos efetuados, uma segunda página de filtragem avançada onde é possível realizar uma pesquisa em texto livre bem como uma filtragem por data, módulo e estrutura anatómica e uma terceira página adicional com alguns indicadores interessantes.

4.4.1 *Página Inicial*

Na Figura 8 está apresentada a página inicial da plataforma desenvolvida, tendo como exemplo uma paciente cujas informações identificativas foram ocultadas por razões de privacidade. Esta página aparece por *default* quando se acede à aplicação através do se-

guinte URL: $http://IP/AIDA_MCDT/NS?UTIL=X\&MO=Y\&EP=Z$, onde IP representa o Internet Protocol (IP) da máquina de produção, NS corresponde ao número sequencial do paciente em questão e Y e Z correspondem ao módulo e episódio, respetivamente, do contexto em que a aplicação está a ser acedida. Algumas das informações que aparecem na página inicial dependem destes parâmetros, ou seja, depende do contexto em que a aplicação é acedida.

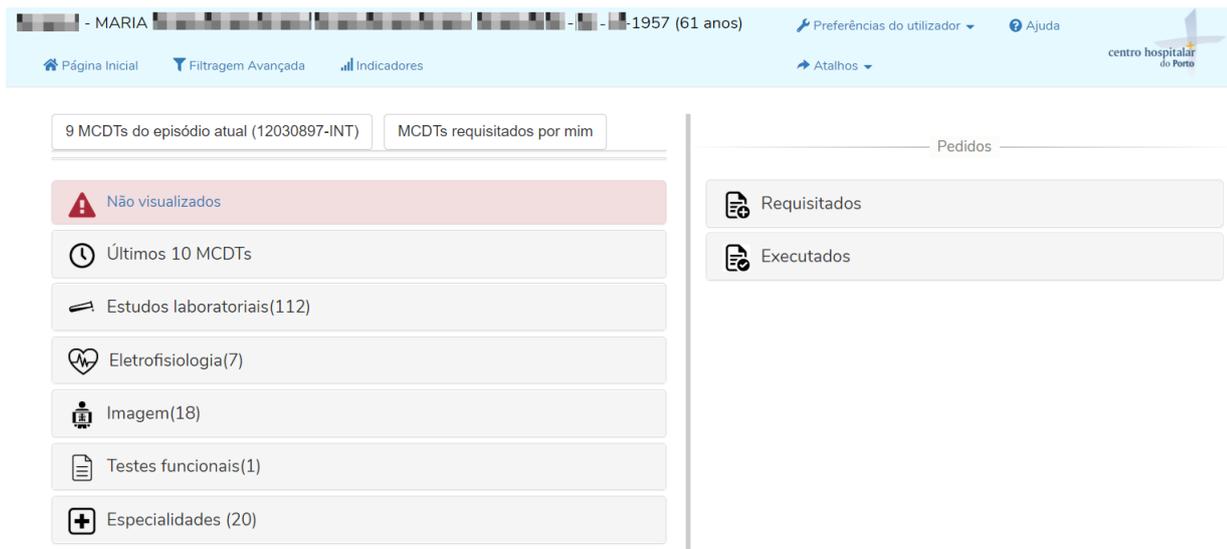


Figura 8.: Página inicial da aplicação AIDA-MCDT.

Tal como pode ser observado, esta página é constituída por vários componentes:

- **Cabeçalho**

Este componente é comum a todos os módulos e contém algumas informações sobre o paciente como o número sequencial, o nome, a data de nascimento e a idade calculada a partir desta data de nascimento. O cálculo da idade segue algumas regras, nomeadamente: se o paciente tiver menos de 30 dias, a idade deverá aparecer em dias, se o paciente tiver mais de 31 dias e menos de 1 ano a idade deverá aparecer em meses e dias, se o paciente tiver menos de 17 anos e não for o mês do seu aniversário, deve aparecer a idade em anos e meses, caso seja o mês de aniversário deve aparecer apenas os anos e por fim, se o paciente tiver mais de 17 anos a idade deve aparecer apenas em anos. A aplicação tem também a

particularidade de avisar o profissional de saúde caso seja o aniversário do paciente. Além das informações, o cabeçalho inclui também a barra de navegação entre os módulos, um botão de ajuda e um botão de personalização da página. No botão de ajuda é possível reportar algum erro e dar a opinião sobre a plataforma, dando aos utilizadores a oportunidade de dar, por exemplo, sugestões de melhoria, tal como se pode observar na Figura 9. Estas opções foram adicionadas pois a opinião dos utilizadores é muito importante para aumentar a qualidade e a aceitação da aplicação desenvolvida.



Figura 9.: Janela *pop-up* de ajuda.

Por sua vez, o botão de personalização apresenta algumas funcionalidades que o utilizador pode usar, tais como mudar a cor dos MCDT da sua especialidade para que estes sejam visualmente mais fáceis de identificar nas listagens e de escolher os agregadores que querem ver, escondendo todos os outros que acharem desnecessários para a sua consulta. Estas duas funcionalidades estão representadas na Figura 10 onde se encontram já expandidas as duas opções e a Figura 11 representa um exemplo de seleção de 'Citometria de Fluxo' onde passa a aparecer apenas esse agregador e todos os outros são ocultados.



Figura 10.: Opções de personalização da aplicação.

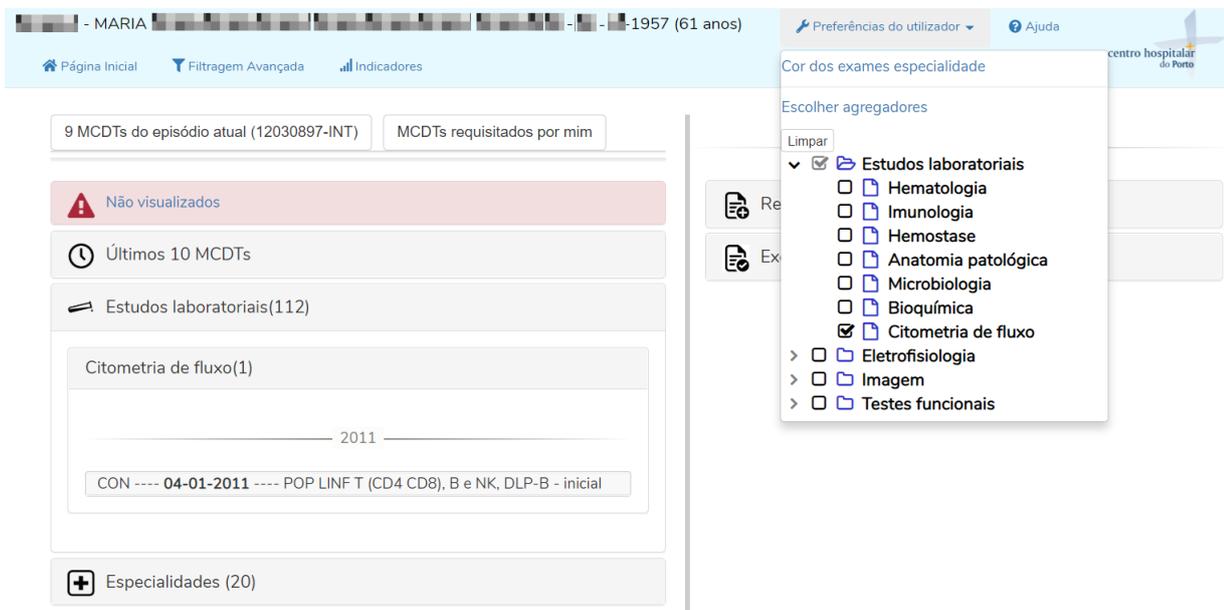


Figura 11.: Exemplo de utilização da funcionalidade de seleção de agregadores.

Ainda no cabeçalho é possível encontrar um botão que contém alguns atalhos. Estes atalhos já existiam na versão atualmente presente no **CHP**, foram simplesmente agregados num botão de modo a otimizar o espaço e reduzir a informação inicialmente apresentada. Os atalhos existentes são:

- **Processo Clínico** - Reencaminha o utilizador para a página inicial do Processo Clínico Eletrónico do paciente (AIDA-PCE);
- **Dados Analíticos** - Reencaminha o utilizador para o e-Requisições, onde é possível fazer a requisição de análises clínicas.
- **Notas de Alta** - Apresenta as notas de alta relacionadas com o paciente. Esta funcionalidade tem a particularidade de conseguir gerar os seus próprios pdfs para cada nota de alta, sendo um processo bastante complexo e difícil de implementar numa aplicação *Web*. No futuro pretende-se adaptar esta funcionalidade à aplicação atual. A interface desta adaptação já foi planeada e desenvolvida, encontrando-se na Figura 12, onde são apresentadas as notas de alta da paciente exemplo, faltando então a ligação ao *back-end*.



Figura 12.: Demonstração da janela *pop-up* com as notas de alta.

- **Área dos MCDT**

Nesta área são apresentados os **MCDT** separados em diferentes subcomponentes.

- **Contexto:** nesta secção são apresentados os **MCDT** relacionados com o contexto do utilizador no momento de acesso à aplicação, nomeadamente o módulo do episódio em questão, bem como o próprio utilizador. Ou seja, se o utilizador se encontrar numa Consulta Externa (CE), neste separador serão apresentados os **MCDT** pedidos numa consulta anterior da mesma especialidade da consulta atual, já nos casos de Internamento (INT) ou Urgência (URG) serão apresentados todos os **MCDT** do episódio atual. São também apresentados os **MCDT** do paciente que foram requisitados pelo próprio utilizador.

| 9 MCDTs do episódio atual (12030897-INT) | MCDTs requisitados por mim |
|---|----------------------------|
| INT ---- 17-11-2012 ---- Cloretos, Cálcio Total, Fósforo, Magnésio, entre outros.. | |
| INT ---- 18-11-2012 ---- Cloretos, Hemograma, Creatinina, Ureia, entre outros.. | |
| INT ---- 19-11-2012 ---- Oximetria (GSV), Ionograma (GSV), Calcio Ionizado (GSV), Lactato (GSV), entre outros.. | |
| INT ---- 19-11-2012 ---- Hemograma | |
| INT ---- 19-11-2012 ---- GLICOSE, CREATININA, UREIA, BILIRRUBINA TOTAL, entre outros.. | |
| INT ---- 20-11-2012 ---- Hemograma | |
| INT ---- 20-11-2012 ---- PROTEÍNA C REACTIVA, GLICOSE, CREATININA, UREIA, entre outros.. | |
| INT ---- 23-11-2012 ---- Factor Reumatóide, IgA, IgG, IgM, entre outros.. | |
| INT ---- 19-11-2012 ---- HIV 1/2, Antiestreptolisina O, R.Widal, R.Wright, entre outros.. | |

Figura 13.: Demonstração da secção dos **MCDT** do contexto.

Na Figura 13 está apresentado um exemplo desta secção, onde estão a ser apresentados os **MCDT** relacionados com o episódio e o módulo que foram passados no **URL** .

- **Não visualizados:** disponibiliza os **MCDT** sem registo de acesso. É atribuído o estatuto de maior relevância substanciado no potencial risco iatrogénico que a não visualização ou atraso na visualização poderá implicar, portanto está destacado a vermelho. Devido a existirem alguns exames já bastante antigos sem qualquer acesso registado na base de dados, são apresentados apenas os dados para os últimos dois anos, situação que é comunicada aos utilizadores no momento em que passam com o rato sobre este separador.

Dentro deste separador estão também os **MCDT** não visualizados pela especialidade, onde se disponibilizam os **MCDT** sem registo de acesso pela especialidade. Pretende-se garantir que a visualização por outras especialidades em contexto de urgência/residência e com objetivos dos cuidados diferentes, não interfira com a disponibilização dos **MCDT** à especialidade que detém a responsabilidade do doente. A Figura 14 apresenta um exemplo de alguns exames não visualizados pela especialidade relacionados com a paciente exemplo.

| ⚠ Não visualizados | |
|---------------------------------------|--|
| ⚠ Não visualizados pela especialidade | |
| 2016 | |
| CON ---- 11-11-2016 ---- | Análise electrónica de sistema pacemaker permanente biventricular |
| CON ---- 30-05-2016 ---- | SEDIMENTO URINÁRIO (UO) |
| CON ---- 06-12-2016 ---- | Hemograma, Velocidade de Sedimentação |
| CON ---- 30-05-2016 ---- | Hemograma, Velocidade de Sedimentação, Hemograma, Velocidade de Sedimentação |
| CON ---- 02-09-2016 ---- | GLICOSE, CREATININA, UREIA, BILIRRUBINA TOTAL, entre outros.. |
| CON ---- 01-02-2016 ---- | BILIRRUBINA TOTAL, GLICOSE, CREATININA, UREIA, entre outros.. |
| CON ---- 16-03-2016 ---- | Análise electrónica de sistema pacemaker permanente biventricular |

Figura 14.: Demonstração da secção dos **MCDT** não visualizados pela especialidade.

- **Agregadores:** organização dos **MCDT** por agrupadores macro e categorias semânticas orientadas ao tipo de exame, possibilitando uma navegação intuitiva e facilitando o processo de estudo dos dados para a tomada de decisão. Com o objetivo de facilitar a migração para esta nova organização, sem um movimento disruptivo abrupto com a estrutura antiga, mantém-se um agrupador orientado á especialidade produtora de **MCDT**.

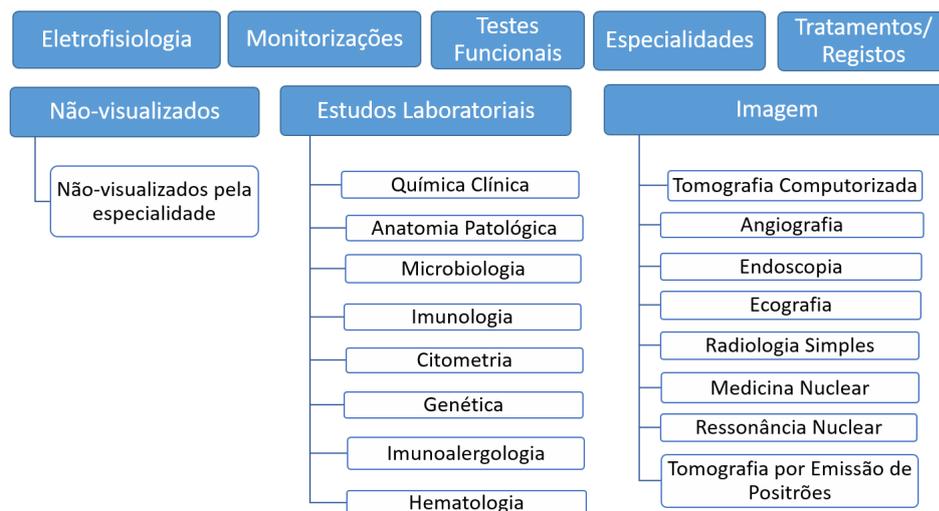


Figura 15.: Agregadores definidos para a organização dos **MCDT**.

A organização macro dos agregadores, apresentada na Figura 15, tem correspondência com o modelo conceptual da **SNOMED-CT**, de forma a garantir uma coerência ontológica no processo de categorização dos **MCDT**. Isto permite que o mesmo **MCDT** possa estar contido em diferentes categorias, aumentando desta forma a facilidade de acesso por parte do utilizador.

O agregador 'Tratamentos/Registos' é disponibilizado nesta estrutura temporariamente, ficando dependente de desenvolvimentos futuros no **PCE** para a disponibilização em local mais adequado ao tipo de dados. A página inicial de cada utilizador só apresentará os agregadores que contenham **MCDT** associados, evitando o aparecimento de agregadores vazios.

A ordenação dos **MCDT** encontra-se definida na tabela 3, sendo esta modelada pelo tipo de episódio.

Tabela 3.: Ordenação dos **MCDT** orientada ao episódio.

| Agregador | Categoria | Expansão | Agregação | Ordenação | Critério | Count | Episódio |
|------------------|------------------------------|-----------|--|---|------------------------------------|-------|---------------|
| Não visualizados | Sem dependência de categoria | Expandido | 1. Data de disponibilização 2. Por tipo de exame | Descendente data | Sem visualização por nenhum médico | Não | INT; URG; HDI |
| | | Expandido | 1. Episódio de especialidade 2. Por tipo de exame | Descendente episódio Ascendente data | Sem visualização por nenhum médico | Não | CE |
| | Especialidade | Colapsado | 1. Data de disponibilização 2. Por tipo de exame | Descendente data | Sem visualização por especialidade | Sim | Todos |
| Especialidades | Especialidades | Colapsado | 1. Por tipo de exame | Descendente data | Especialidades | Sim | Todos |
| Restantes | Sem dependência de categoria | Colapsado | 1. Por tipo de exame | Descendente data | Tabela de Mapeamento | Não | INT; HDI; CE |
| | Sem dependência de categoria | Colapsado | 1. Episódio urgente 2. Por tipo de exame | Descendente data | Tabela de Mapeamento | Não | URG |
| | Com categoria | Colapsado | 1. Por tipo de exame | Descendente data | Tabela de Mapeamento | Sim | Todos |

As linhas presentes nas secções que contêm **MCDT** apresentam informações sobre o módulo (e o episódio quando se passa com o rato sobre o módulo), a data de realização e uma descrição abreviada (a descrição completa aparece ao passar com o rato sobre a descrição abreviada) do **MCDT**. Ao clicar num desses **MCDT**, de imediato será obtida uma pré-visualização do relatório (caso exista) do exame em questão, do lado direito, substituindo a secção dos pedidos. Esta funcionalidade está exemplificada na Figura 16, onde o pdf apresentado é apenas ilustrativo de modo a manter a privacidade do paciente. Será mostrada também uma expansão que contém a descrição completa, ícones com links para relatórios (caso não existam é indicado o estado destes), anexos (caso existam), imagens (**DICOM**), informações e notas. Neste projeto são considerados 4 estados para os relatórios: disponível (ícone a verde), em elaboração (ícone amarelo), não publicado e não disponível (ambos com ícone vermelho). No caso exemplificado, o relatório está disponível pois o ícone encontra-se a verde. Importa ainda referir que o clique numa destas linhas gera também uma entrada na tabela dos *logs* que, tal como já foi referido, controla os acessos aos **MCDT**.

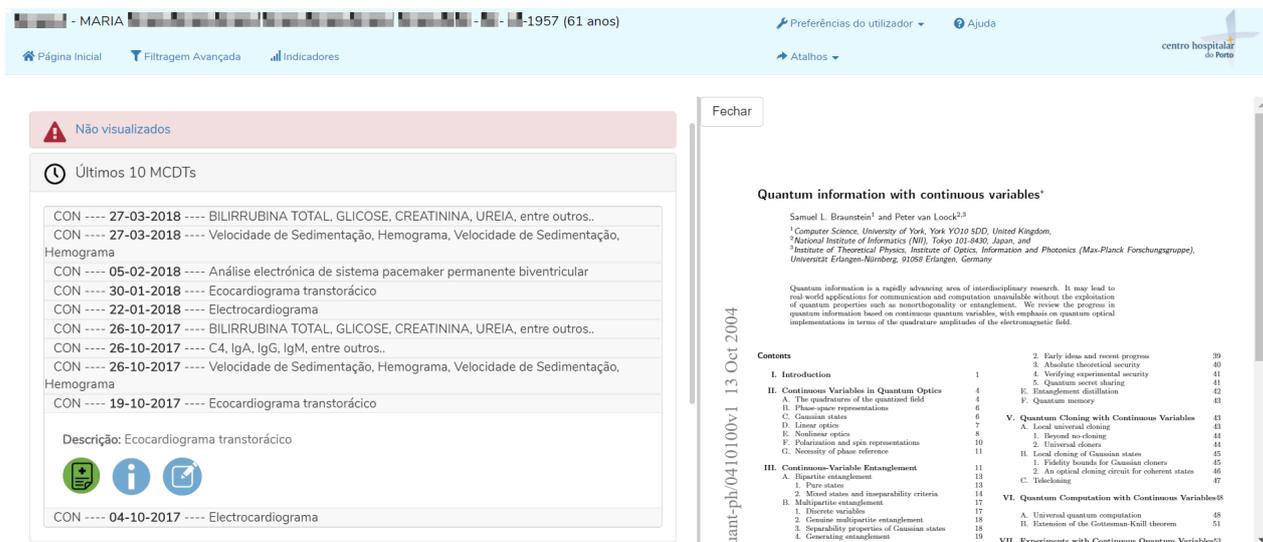


Figura 16.: Demonstração do pré-visualizador de pdf e dos ícones associados a um MCDT exemplo.

Relativamente às informações, como pode ser observado na Figura 17, o click neste botão leva a que sejam mostradas informações sobre o pedido associado ao MCDT (número do pedido, serviço, posto datas pertinentes, entre outros) e também informações extra sobre o MCDT (número do exame, versão e executante).



Figura 17.: Demonstração da janela *pop-up* com as informações dos MCDT.

Por fim, a secção das notas demonstrada na Figura 18 funciona como uma espécie de secção de comentários das redes sociais onde podem ser adicionadas notas que ficam organizadas por ordem decrescente de data de adição. Estas notas adicionadas são guardadas na tabela 'notas_exames', especialmente criada para este projeto, associadas ao número do exame, à versão que foi comentada e ao utilizador que adicionou a nota.

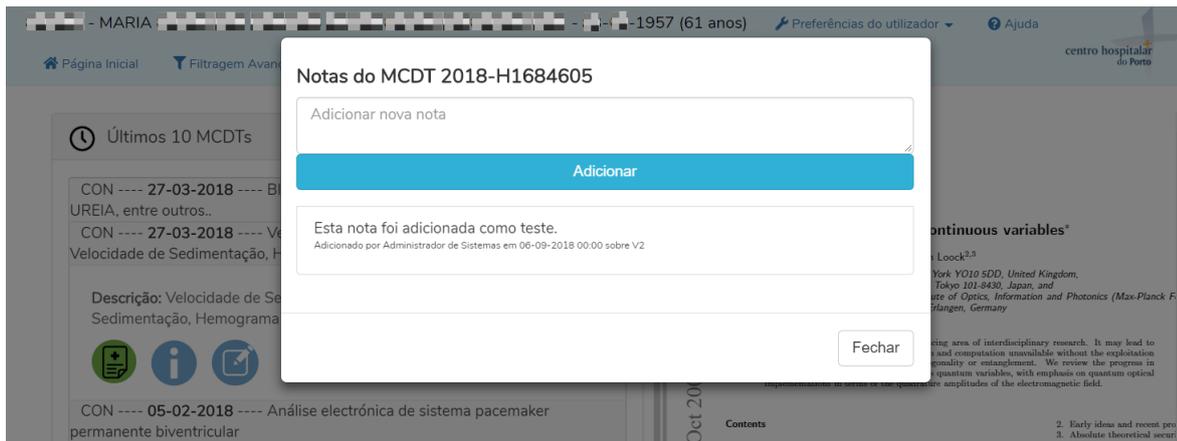


Figura 18.: Demonstração da janela *pop-up* com as notas dos MCDT.

- **Área dos MCDT pedidos:** Por fim, o último componente da página inicial apresenta-se do lado direito e corresponde aos pedidos de MCDT. Importa referir que o espaço dedicado a ambos os lados da página é ajustável podendo ser definido movendo a barra central. A estrutura dos MCDT pedidos encontram-se na Figura 19.



Figura 19.: Estrutura dos pedidos de MCDT.

4.4.2 Filtragem Avançada

Os filtros são uma funcionalidade bastante importante principalmente em episódios com grandes quantidades de **MCDT** produzidos. A disponibilização de filtros potencia a adequação da informação disponibilizada, diminuindo o tempo necessária para a identificação dos dados relevantes para no momento da decisão. A pesquisa avançada foi projetada para identificar **MCDT** recorrendo a um conjunto de condições. Sem qualquer filtro ativo, aparecerá a lista dos exames por ordem decrescente de data, com a separação por anos em destaque. Os **MCDT** não são logo todos carregados, sendo inicialmente apresentados 10 e carregando no botão 'Mais...' serão carregados mais 10. Esta medida foi tomada para evitar o sobrecarregamento da aplicação e evitar consequentemente a sua lentidão. Esta página de filtragem avançada é acedida pelo **URL** http://IP/AIDA_MCDT/filtro/NS?UTIL=X&MO=Y&EP=Z, sendo os parâmetros os mesmos que na página inicial. Os critérios de filtragem disponibilizados são:

- **Pesquisa de texto livre.** Na Figura 20 encontra-se um exemplo de pesquisa para uma paciente exemplo, onde é inserida parte da palavra 'hemograma', resultando na apresentação de todos os **MCDT** que contenham hemogramas.

The screenshot shows a web interface for searching MCDT. At the top, there's a header with user information and navigation links. Below that, a search bar contains the text 'hemogr'. To the right of the search bar are three dropdown menus labeled 'Data', 'Módulo', and 'Estrutura Corporal'. The results are displayed in a list, grouped by year. The years shown are 2018, 2017, 2016, and 2015. Each year group contains several MCDT entries, each with a date and a list of test names. For example, in 2018, there is one entry for '27-03-2018' with tests 'Velocidade de Sedimentação, Hemograma, Velocidade de Sedimentação, Hemograma'. In 2016, there are four entries for dates '06-12-2016', '02-09-2016', '30-05-2016', and '01-02-2016'. At the bottom, there is a 'Mais...' button to load more results.

Figura 20.: Exemplo da utilização da pesquisa por texto livre.

Esta pesquisa acontece em tempo real, ou seja, a lista de **MCDT** é atualizada cada vez que se adiciona um caractere na barra de pesquisa. O conjunto de caracteres é comparado com o parâmetro 'filtro' associado a cada ato médico definidos na tabela *mapeamento*, resultando na apresentação dos exames que apresentem atos médicos com o parâmetro 'filtro' compatível com o texto inserido.

- **Filtragem por data.** Este tipo de filtragem funciona escolhendo um intervalo de datas no calendário, que resulta no aparecimento apenas dos **MCDT** realizados nesse intervalo. Quando a escolha das datas é limpa, voltam a aparecer todos os **MCDT**. A Figura 21 mostra um exemplo em que são mostrados apenas os **MCDT** realizados em Março de 2018 pela mesma paciente exemplo.

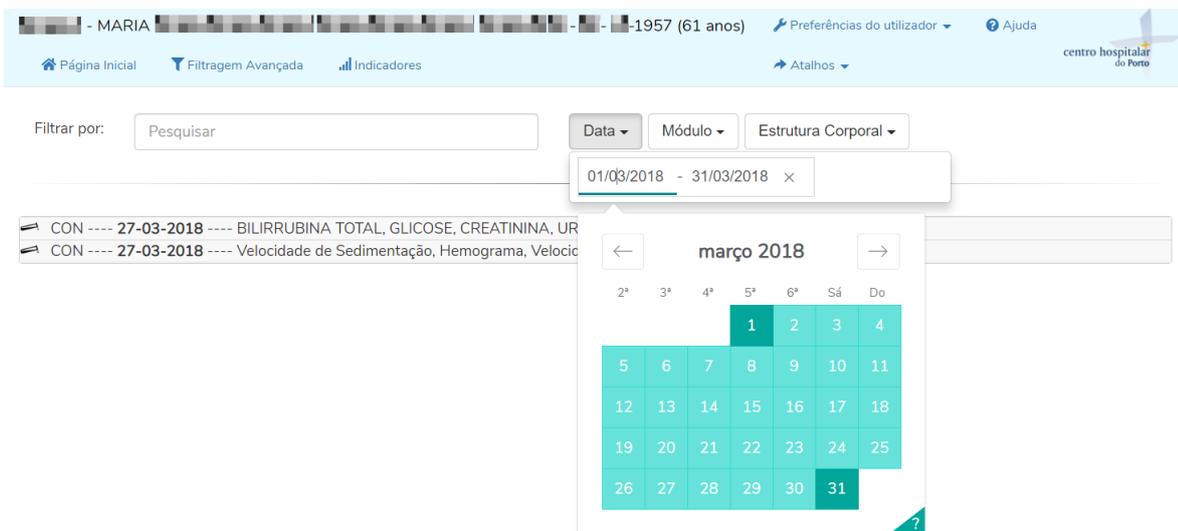


Figura 21.: Exemplo da utilização do filtro de datas.

- **Filtragem por módulo.** A filtragem por módulo apresenta uma listagem de todos os módulos aos quais o paciente tenha **MCDT** associados. A Figura 22 mostra um exemplo em que são mostrados os **MCDT** realizados em contexto de internamento. Verifica-se também que a paciente utilizada como exemplo tem 5 módulos com **MCDT** associados: internamento, consulta externa, hospital de dia, bloco operatório e urgência.

The screenshot shows a user interface for a medical system. At the top, there is a header with the patient's name 'MARIA', age '1957 (61 anos)', and navigation links like 'Página Inicial', 'Filtragem Avançada', and 'Indicadores'. A search bar is present with the text 'Pesquisar'. Below the search bar, there are filters for 'Data', 'Módulo', and 'Estrutura Corporal'. The 'Módulo' dropdown menu is open, showing a list of options: 'Bloco Operatório', 'Internamento' (which is checked), 'Consulta Ext.', 'Urgência', and 'Hospital Dia'. The main content area displays a list of medical records with dates ranging from 2015 to 2012, including descriptions of tests and procedures.

Figura 22.: Exemplo da utilização do filtro de módulos.

- **Filtragem por estrutura anatómica.** Este tipo de filtro apresenta uma listagem das estruturas anatómicas disponíveis. Na Figura 23 está representado um exemplo de uma filtragem realizada para os membros inferiores.

The screenshot shows the same medical system interface as Figure 22. The 'Estrutura Corporal' dropdown menu is open, displaying a list of anatomical structures: 'Membros Inferiores' (checked), 'Membros Superiores', 'Sistema Musculo-esquelético', 'Coluna Vertebral e Bacia', 'Abdómen e Pélvis', and 'Tórax'. The main content area shows a list of medical records with dates from 2011 to 2009, detailing various conditions and treatments.

Figura 23.: Exemplo da utilização do filtro da localização anatómica.

A listagem das estruturas disponíveis é feita consoante os atos médicos ligados aos **MCDT** do paciente, recorrendo ao atributo 'localização_anatómica', na tabela *mapeamento*, associado a cada ato. A localização anatómica associada aos atos médicos está organizada de forma hierárquica, ou seja, caso se selecione um

filtro mais geral como 'Sistema Digestivo', os MCDT que tenham associado a localização anatómica 'Estômago' serão incluídos nos resultados.

4.4.3 Indicadores

Esta secção foi adicionada apenas como um extra para mostrar a potencialidade que um processo de **Business Intelligence (BI)** teria aplicado a esta área e pode ser acedida através do URL http://IP/AIDA_MCDT/indicadores/NS?UTIL=X&MO=Y&EP=Z, com os mesmos parâmetros que os outros dois módulos. Foram adicionados apenas alguns indicadores interessantes, principalmente ligados ao paciente. Na Figura 24 está representado um desses indicadores, nomeadamente o número de MCDT do paciente ao longo dos anos, sendo que do lado esquerdo se encontram os outros indicadores disponíveis.

Relativamente ao utilizador foram apenas adicionados indicadores sobre o número de exames que tem associado a si tanto em termos gerais como relacionados com o paciente, bem como respetivos tempos médios de espera.

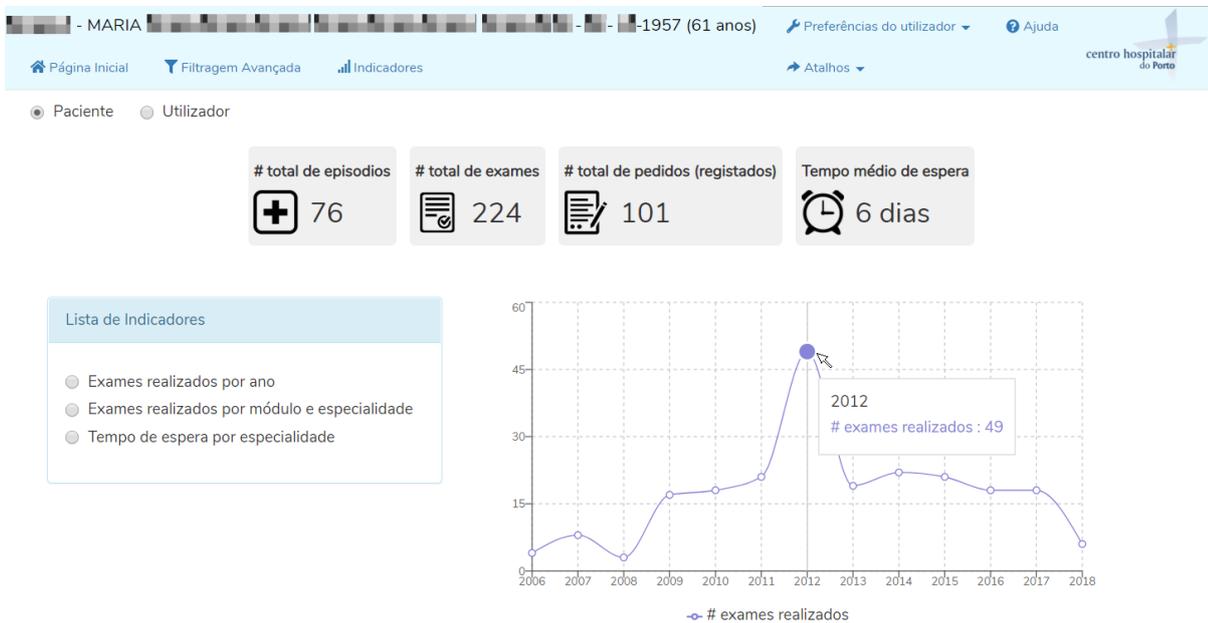


Figura 24.: Página de indicadores da aplicação AIDA-MCDT.

4.5 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A realização deste projeto possibilitou o desenvolvimento de uma ferramenta de apoio à decisão e prática clínica, nomeadamente de uma ferramenta informática *user-friendly* de visualização de Meios Complementares de Diagnóstico e Terapia (MCDT) a ser implementada no Centro Hospitalar do Porto (CHP) denominada AIDA-MCDT.

A grande motivação para o desenvolvimento desta aplicação surge com alguma insatisfação por parte dos profissionais de saúde do CHP perante a ferramenta atual de visualização de MCDT, representado na Figura 25, e com a necessidade de disponibilizar uma ferramenta mais atual e que usa tecnologia mais recente, de forma a aumentar a satisfação dos utilizadores. Assim, todas as funcionalidades já mencionadas, até ao mais pequeno detalhe, foram pensadas e concretizadas de modo a satisfazer as necessidades destes profissionais de saúde. O processo de levantamento de requisitos, ou seja, de perceber o que era necessário fazer para que os utilizadores da aplicação ficassem satisfeitos foi facilitado pelas reuniões realizadas com o grupo PCE do CHP, constituído por médicos, enfermeiros e técnicos.

The screenshot displays the AIDA-MCDT application interface. At the top, it shows the title 'AIDA © 2014(sv2) Consulta de MCDTs' and a user identifier '#[Médico - INTCare]'. Below this, patient information is visible: '# MARIA', 'Data de Nascimento: -1957 Idade: 61 Fem', 'Peso: ...', and 'Altura: ...'. A navigation bar includes tabs for 'Notas de Alta', 'Dados Analíticos', 'Dados Astraia', 'Processo Clínico', 'Alertas (0)', and 'Consulta Documentos(1)'. The main content area is titled 'Últimos 10 MCDTs' and features a warning icon and text: 'Agradece-se que a impressão de resultados seja feita só em caso de absoluta necessidade' and 'Informa-se que o acesso ilegítimo à informação do processo clínico é terminantemente proibida e será passível de processo disciplinar.' Three test entries are listed:

- Imunologia** - 04-09-2018 - Episódio: CON-18190329
Exame nº 2018-10368042/v2 de 29-08-2018 - Pedido nº 4665870 de 23-08-2018
IgA; IgG; IgM; C3; C4; Factor Reumatóide; Anti-CCP (Citrulina) (FEIA); Anti-Nucleares; Anti-dsDNA (FEIA); Anti-Sm (FEIA); Anti-Mitocondria (IF); Anti-M2 mitocondrial; Anti-LKM (IF); Anti-LC1; SLALP; Anti-Musculo Liso; Anti-Actina F; IgA anti-TTG (FEIA); Anti-Citoplasma dos Neutrófilos; ANCA - Formol;
- Microbiologia** - 24-08-2018 - Episódio: CON-18190329
Exame nº 2018-5861890/v1 de 24-08-2018 - Pedido nº 4665870 de 23-08-2018
Anticorpo HCV; HIV 1/2; Antígeno HBs; Anticorpo HBs; Anticorpo Hbc;
- Química Clínica** - 24-08-2018 - Episódio: CON-18190329
Exame nº 2018-B2085797/v1 de 24-08-2018 - Pedido nº 4665870 de 23-08-2018
PRO-BNP; FERRO; CAPAC. TOTAL DE FIX. FERRO; TRANSFERRINA; VITAMINA B12; ÁCIDO FOLICO;

On the right side, there is a vertical menu with various categories: 'Análises Rápidas', 'Microbiologia', 'Neurofisiologia', 'Patologia Colo', 'Citometria', 'Ecografia', 'Oftalmologia', 'ECG', 'Ecocardiograma', 'Química Clínica', 'ORL', 'Hemodinâmica', 'Hematologia Clínica', 'RAIO - X', 'Pacing/Electrofisiologia', 'Holter / Mapas', 'Imunologia', 'Medicina Nuclear', 'Hematologia Laboratorial', 'Anatomia Patológica', and 'Laboratório de Urgência'. The footer of the application reads 'AIDA © 2014(sv2) [HSA-PORTINT06] - SIL'.

Figura 25.: Aplicação atual de visualização de MCDT no CHP.

Assim, comparando a aplicação desenvolvida com a que se observa na Figura 25 as principais vantagens adquiridas com a atualização da arquitetura e das funcionalidades do sistema são:

- Utilização de uma tecnologia moderna e poderosa, nomeadamente a biblioteca ReactJS que apresenta características muito vantajosas para a performance do sistema, nomeadamente a capacidade de criar, reutilizar e combinar componentes, um DOM virtual que resulta numa maior velocidade e um processo de adoção simples. O uso desta tecnologia contribui assim para a modernização dos **Sistemas de Informação Hospitalar (SIH)** no **CHP**.
- Implementação de novos módulos, componentes e funcionalidades, com destaque para a filtragem avançada que facilita imenso a procura por informações pertinentes de forma mais rápida, a apresentação de exames não visualizados, a apresentação dos pedidos de **MCDT**, a organização dos **MCDT** por macro-agregadores entre outros.
- Introdução de uma pequena página de *Business Intelligence* com apenas alguns indicadores (por exemplo número de **MCDT** do paciente por ano, **MCDT** realizados por módulo e especialidade e tempo de espera por especialidade), abrindo portas para o desenvolvimento e aprofundamento desta área bastante útil, neste caso, associada às informações sobre os **MCDT**.
- A aplicação Web é muito mais escalável e de fácil manutenção, ou seja, apresenta uma arquitetura simples bem como um processo simples de expansão das suas funcionalidades.

Atualmente, o protótipo da aplicação encontra-se pronto e disponível para integração numa máquina do **CHP**, aguardando-se de momento a chegada e a configuração dessa mesma máquina por parte dos técnicos dos **CHP**. Assim, o principal objetivo no futuro é a implementação da ferramenta e a sua utilização por parte dos profissionais de saúde do **CHP**.

Os capítulos seguintes descrevem a realização da **Prova de Conceito (PoC)** (Capítulo 5), seguida de algumas conclusões sobre este projeto (Capítulo 6), nomeadamente os seus principais contributos (Secção 6.1) e ideias sobre o trabalho futuro (Secção 6.2).

PROVA DE CONCEITO

Este capítulo é composto essencialmente por duas secções que se referem à realização da prova de conceito da plataforma desenvolvida. Assim, a primeira secção introduz e descreve a análise *Strengths Weaknesses Opportunities and Threats* (SWOT) realizada à ferramenta, apresentando também um enquadramento teórico do conceito. Por sua vez, a segunda secção descreve a aplicação do *Technology Acceptance Model* (TAM), em português designado por um *Modelo de Aceitação da Tecnologia* (MAT).

5.1 ANÁLISE SWOT

A análise *SWOT* (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*), ou FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças) em português, tem como objetivo identificar os pontos fortes e fracos de uma organização bem como as oportunidades e ameaças no ambiente [82]. Tendo identificado esses fatores, são desenvolvidas estratégias que podem basear-se nos pontos fortes, eliminar fraquezas, explorar as oportunidades ou combater as ameaças [83; 84].

A análise *SWOT* é uma ferramenta amplamente utilizada para analisar ambientes internos e externos, a fim de alcançar uma abordagem sistemática e suporte para situações de decisão. Na prática, uma vez que um objetivo tenha sido estabelecido, uma equipa multidisciplinar representando uma ampla gama de perspetivas deve realizar a análise *SWOT*, que é tipicamente apresentada na forma de uma matriz [84].

A impressionante capacidade do *SWOT* é a correspondência de fatores internos e externos específicos, que fornece uma matriz estratégica com muito sentido. É essencial referir que os fatores internos estão sob o controle da organização, por exemplo, finanças, operações, marketing e outras áreas. Por outro lado, os fatores externos estão fora do controle da organização, como os fatores económicos e políticos, as novas tec-

nologias e a sua concorrência. A matriz **SWOT**, apresentada na Figura 26, consiste em quatro combinações que são chamadas de maxi-maxi (forças / oportunidades), maxi-mini (forças / ameaças), mini-maxi (pontos fracos / oportunidades) e mini-mini (fraquezas / ameaças) [14].



Figura 26.: Matriz da análise **SWOT**. Adaptada de [84]

Assim, no contexto de aplicação da análise **SWOT**, cada uma das características da análise **SWOT** pode ser resumida da seguinte forma:

- **Strengths** (Forças) são atributos internos úteis para a concretização do objetivo, pontos fortes que determinada ferramenta apresenta, vantagens em relação aos seus concorrentes;
- **Weaknesses** (Fraquezas) são atributos internos que são prejudiciais à concretização do objetivo. Pontos fracos que interferem ou prejudicam de algum modo determinada ferramenta;
- **Opportunities** (Oportunidades) são condições externas que são úteis para a realização do objetivo, ou seja, influenciam positivamente determinada ferramenta;
- **Threats** (Ameaças) são condições externas que são prejudiciais para a realização do objetivo, ou seja, influenciam negativamente determinada ferramenta.

Em teoria, as análises **SWOT** são usadas como entradas para a geração criativa de possíveis estratégias, perguntando e respondendo as seguintes quatro perguntas inúmeras vezes [84]:

- Como podemos usar cada força?

- Como podemos parar cada fraqueza?
- Como podemos explorar cada oportunidade?
- Como podemos defender-nos contra cada ameaça?

Deste modo, a consecutiva utilização destas perguntas ao longo do desenvolvimento da ferramenta em questão vai levar a que as Forças e as Oportunidades sejam evidenciadas e as Fraquezas e Ameaças sejam contornadas.

Relativamente ao caso de estudo, a análise SWOT avaliou o protótipo da aplicação desenvolvida, de modo identificar as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças associadas a esta nova ferramenta.

Relativamente às forças (pontos fortes) foram identificados os seguintes pontos:

- Elevada escalabilidade: a aplicação apresenta uma arquitetura de fácil manutenção e de fácil adaptação;
- Elevada usabilidade: a interface do utilizador é simples, intuitiva e atrativa;
- Inovação: a implementação de desta plataforma potencializa a modernização do sistema atual;
- Acesso facilitado às informações sobre os MCDT dos pacientes, tornando o processo mais rápido;
- Potencialização da melhoria no processo de tomada de decisão;
- A ferramenta pode ser utilizada por qualquer profissional de saúde do CHP;

Por outro lado, foram identificados alguns pontos fracos (fraquezas) associadas, apesar de serem em menor número comparativamente com os pontos fortes. Como fraquezas da ferramenta desenvolvida consideraram-se os seguintes pontos:

- O acesso à plataforma apenas é possível através da ligação à rede interna do CHP;
- As tabelas que alimentam a plataforma com as informações necessárias às vezes apresentam informações desnecessárias e às vezes até sem sentido, devido por exemplo a um uso errado dos sistemas de informação por parte dos utilizadores;

- Devido à quantidade de dados e à complexidade de algumas funcionalidades da aplicação, esta pode tornar-se mais lenta.

Em relação ao meio externo onde a aplicação está inserida, identificam-se as seguintes oportunidades:

- Motivação da unidade de saúde para a implementação de um novo visualizador de [MCDT](#);
- Redução dos erros médicos;
- Obtenção de uma melhor qualidade e de uma maior eficiência na organização através do recurso a novas tecnologias;
- Crescente expectativa por parte dos cidadãos na obtenção de respostas rápidas e fiáveis nos cuidados de saúde;
- Diminuição da utilização de papel e conseqüentemente maior informatização na área dos [MCDT](#).

Por fim, as ameaças à ferramenta identificadas são:

- Concorrência por parte de outras aplicações presentes no mercado;
- Falta de interesse por parte dos profissionais de saúde em utilizar uma nova ferramenta informática;
- Problemas com a conectividade à rede.

5.1.1 *Technology Acceptance Model (TAM)*

O [Technology Acceptance Model \(TAM\)](#), em português, Modelo de Aceitação da Tecnologia, foi introduzido por Fred Davis em 1986, dada a preocupação com o facto de os trabalhadores não usarem as TIs disponíveis para eles. Os autores desta tecnologia argumentaram que a chave para aumentar o uso de uma TI era primeiro aumentar a sua aceitação, o que poderia ser avaliado perguntando às pessoas sobre as suas intenções futuras de usar a TI [85]. Conhecer os fatores que moldaram as intenções da pessoa permitiria que as organizações manipulassem esses fatores para promover a aceitação

e, assim, aumentar o uso da TI. A primeira pesquisa da TAM descobriu que apenas três fatores eram necessários para explicar, prever e presumivelmente controlar a aceitação. Para chegar ao modelo, os seus criadores adaptaram a Teoria da Ação Racional (TRA), uma teoria geral sociopsicológica/comportamental que se provou útil para compreender uma variedade de comportamentos. Como era costume ao adaptar essa teoria a novos contextos, realizou-se um estudo preliminar para determinar quais seriam as variáveis apropriadas a serem incluídas para entender o comportamento no uso das TIs [86; 87]. As variáveis que foram selecionadas e formaram a primeira versão do TAM estão graficamente representadas na Figura 27a. Esta versão original consistia na Utilidade Percebida (UP), na Facilidade de Uso Percebida (FUP), na Atitude de Uso (AU), na Intenção de Uso (IU) e no Uso Real (UR).

O TAM parte do princípio que duas crenças particulares, a Utilidade Percebida e a Facilidade de Uso Percebida, são de relevância primária para comportamentos de aceitação do computador. UP é definida como sendo a probabilidade subjetiva, na perspectiva do utilizador, de que o uso de um determinado TI aumente o seu desempenho e rendimento no trabalho. A FUP refere-se ao nível de crença sobre a facilidade e ausência de esforço na utilização da nova TI [88].

Embora o TAM tenha sido amplamente testado com diferentes amostras em diferentes situações e tenha provado ser um modelo válido e confiável para explicar a aceitação e uso dos SI, muitos pesquisadores sugeriram que o TAM precisaria de variáveis adicionais para fornecer um modelo ainda mais forte, nascendo assim o TAM2.

O modelo TAM2, ilustrado na Figura 27b, acrescentou constructos teóricos envolvendo processos de influência social (Norma Subjetiva, Voluntariedade e Imagem), que definem se o utilizador condiciona ou não, o uso da nova TI com base na opinião de terceiros, e processos instrumentais cognitivos (Relevância no Trabalho, Qualidade do Output, Demonstrabilidade de Resultados e Facilidade de Uso Percebida) [89].

Venkatesh e Bala atualizaram o Modelo de Aceitação de Tecnologia da versão dois para o TAM 3, modelo que se encontra ilustrado na Figura 27c, com foco na expansão do número de determinantes que afetam a Utilidade Percebida e a Facilidade de Uso Percebida de uma inovação, produzindo uma Intenção de Uso positiva seguida pelo Uso Real. Os fatores que influenciam a Utilidade Percebida são a Norma Subjetiva, a Imagem, a Relevância no Trabalho, a Qualidade do Output e a Demonstrabilidade dos Resultados. A Facilidade de Uso Percebida é influenciada por variáveis âncoras

(Autoeficácia Computacional, Percepção de Controlo Externo, Ansiedade Computacional, Ludicidade Computacional) e variáveis de ajuste (Prazer Percebido e Usabilidade Objetiva). A Experiência e a Voluntariedade atuam como modificadores da Intenção Comportamental. O modelo TAM₃ é especificamente projetado para inovações em computadores e as dimensões medidas são bastante abrangentes [90; 91].

A definição de todos estes constructos, referentes ao TAM, TAM₂ e TAM₃, encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4.: Definição dos constructos comuns ao TAM, TAM₂ e TAM₃ a azul, comuns ao TAM₂ e TAM₃ a amarelo e referentes apenas do TAM₃ a laranja [90; 91].

| Construtor | Definição |
|---------------------------------------|--|
| <i>Utilidade Percebida</i> | O grau em que um indivíduo acredita que usar uma nova tecnologia aumentaria o seu desempenho no trabalho. |
| <i>Facilidade de Uso Percebida</i> | Nível de esforço (físico e/ou mental) que um indivíduo espera ter que realizar para utilizar corretamente uma nova tecnologia. |
| <i>Intenção de Uso</i> | Intenção voluntária de um indivíduo em utilizar uma nova tecnologia. |
| <i>Uso Real</i> | Atitude do indivíduo para a utilização da nova tecnologia. |
| <i>Norma Subjetiva</i> | Percepção do indivíduo relativamente à opinião de outros sobre se este deve ou não utilizar uma nova tecnologia. |
| <i>Imagem</i> | Percepção do indivíduo de que a utilização de uma nova tecnologia o aumentará o seu status social dentro ou fora da empresa. |
| <i>Voluntariedade</i> | O grau em que o uso da nova tecnologia é percebido como voluntário ou de livre arbítrio. |
| <i>Demonstrabilidade do Resultado</i> | O grau em que um indivíduo acredita que os resultados do uso da nova tecnologia são observáveis e comunicáveis aos outros. |
| <i>Relevância no Trabalho</i> | O grau de percepção individual sobre a aplicabilidade de uma nova tecnologia no seu trabalho. |
| <i>Qualidade do Output</i> | Percepção do indivíduo da qualidade da nova tecnologia, ou seja, do quão bem o sistema desempenha as suas tarefas. |
| <i>Autoeficácia Computacional</i> | O grau em que um indivíduo acredita ter a capacidade de realizar um trabalho específico com o computador. |
| <i>Percepção de Controlo Externo</i> | Percepção do indivíduo sobre a existência de técnicas e recursos organizacionais adequados de apoio à utilização da nova tecnologia. |

| | |
|---------------------------------|---|
| <i>Ansiedade Computacional</i> | A apreensão de um indivíduo, ou mesmo medo, quando confrontado com a possibilidade de usar computadores. |
| <i>Ludicidade Computacional</i> | Motivação do indivíduo ao uso de computadores. |
| <i>Prazer Percebido</i> | Grau em que o uso de uma nova tecnologia é percebido como agradável ou desagradável, independentemente das consequências resultantes do seu desempenho. |
| <i>Usabilidade Objetiva</i> | Um constructo que permite uma comparação de sistemas com base no nível real (em vez de percepções) do esforço necessário para concluir tarefas específicas. |

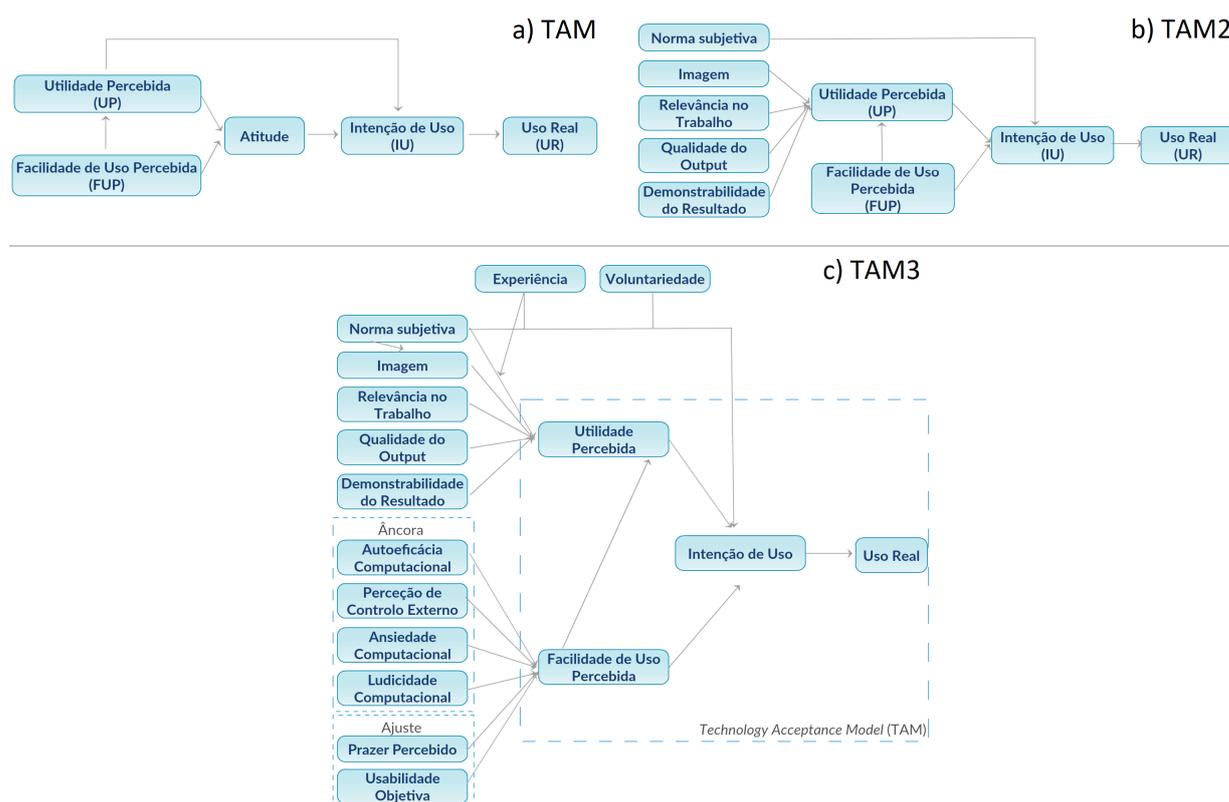


Figura 27.: Ilustração do *Technology Acceptance Model* Version a) original (TAM), b) versão 2 (TAM2) e c) versão 3 (TAM3). Adaptados de [86]

Relativamente ao presente projeto, decidiu-se que o modelo que mais se enquadrava seria o TAM3. Este permite avaliar o comportamento dos indivíduos da comunidade-alvo, neste caso os clínicos do **CHP**, relativamente a esta nova tecnologia, prevendo e justificando a sua aceitação ou reprovação e delineando também possivelmente melhorias a efetuar.

A análise de artigos científicos de meta-análise da literatura sobre o **TAM** permitiram inferir que aplicação do modelo é normalmente realizada recorrendo à utilização de questionários, dirigidos aos indivíduos que usarão sistema que se pretende avaliar, sendo por isso esta a metodologia também aqui adotada. O questionário elaborado, apresentado no Apêndice **A**, é composto por inúmeras questões válidas baseadas nos constructos e respetivos determinantes definidos pelo TAM3.

Este questionário foi realizado utilizando a escala de Likert para posterior avaliação dos resultados. Esta escala foi escolhida pelo facto de ser muito utilizadas em pesquisas quantitativas. O facto de esta ser uma escala curta, ajuda a restringir a dispersão dos resultados obtidos, facilitando a análise posterior. Esta escala apresenta 5 níveis distintos, o que permite a existência de dois valores da escala positivos, dois negativos e um ponto de neutro [92]. Os níveis considerados no questionário elaborado são:

1. Discordo totalmente;
2. Discordo;
3. Concordo em parte;
4. Concordo;
5. Concordo totalmente.

Uma vez que se trata de um questionário com um número considerável de questões é de extrema importância garantir que os inquiridos respondam conscientemente em todas as questões para que se obtenham resultados fidedignos. O objetivo é que cada inquirido analise atentamente cada questão e faça a sua avaliação dentro da escala definida. De modo a aumentar o grau de consciência dos inquiridos durante o preenchimento do questionário, foram acrescentadas algumas perguntas de fácil resposta (exemplo: dois + um) funcionando como perguntas de despiste e permitindo assim avaliar o nível de consciência do utilizador.

CONCLUSÕES

Tendo sempre em mente a melhoria da eficiência e da qualidade da prestação dos cuidados de saúde cada vez mais exigida por todos os cidadãos, surgiu a metodologia proposta nesta dissertação que apresenta uma solução útil, fácil e rápida para o acesso aos Meios Complementares de Diagnóstico e Terapia (MCDT) dos pacientes no **Centro Hospitalar do Porto (CHP)**. Esta solução apresenta-se como uma nova abordagem inovadora a ser introduzida nos sistemas de informação do **CHP**.

Este projeto mostrou-se bastante viável tendo em conta o atual investimento em novas tecnologias de informação para melhorar e agilizar o processo de tomada de decisão, processo esse muito mais fácil quando o profissional de saúde tem acesso facilitado às informações que necessita no momento. É sabido que o acesso aos **MCDT** é um passo crucial no processo de tomada de decisão, sendo que a visualização destas informações o mais rápido possível e a diminuição de informações não visualizadas e deixadas ao esquecimento podem levar a uma diminuição substancial na ocorrência de erros clínicos.

O projeto demonstrou-se ainda bastante desafiante pois a aplicação desenvolvida pode ser utilizada por diversos profissionais de saúde com as mais diversas formações académicas, desde médicos a enfermeiros, a auxiliares e técnicos de saúde, em todas as especialidades e módulos do hospital. Posto isto, diversos requisitos foram sendo levantados de modo a satisfazer as várias necessidades que o ambiente hospitalar gera.

Assim, a elaboração desta dissertação foi bastante apoiada pelos diversos profissionais de saúde que participaram em reuniões durante todo o tempo da realização do projeto, tendo estes sempre enaltecido os benefícios que a aplicação traria ao seu trabalho diário. O foco sempre foi o utente e o seu bem-estar, ou seja, sempre foi garantir que estes tenham uma melhor experiência cada vez que recorressem a esta unidade de saúde.

Finalizando este projeto de dissertação, é então apresentada breve conclusão onde serão respondidas de forma direta ou indireta as várias questões levantadas no início do projeto, mais especificamente no na Secção 1.3 do Capítulo 1. Nesta conclusão existem duas secções distintas, uma onde são explicitados os principais contributos do projeto, e uma segunda onde são apresentadas algumas perspetivas para trabalho futuro de modo a dar continuidade à manutenção e potencialização da solução de **Tecnologia de Informação (TI)** proposta.

6.1 PRINCIPAIS CONTRIBUTOS

Ao satisfazer as necessidades dos profissionais de saúde e melhorando a sua atividade profissional na instituição hospitalar com a implementação de novas tecnologias de **Tecnologia de Informação (TI)**, também a experiência dos pacientes seria melhorada uma vez que estaria menos exposto a possíveis erros clínicos. A tecnologia desenvolvida nesta dissertação foi desenhada e concretizada com o objetivo de auxiliar os profissionais de saúde do **Centro Hospitalar do Porto (CHP)** nos seus trabalhos diários, mais especificamente no momento de tomada de decisão

Numa primeira fase do projeto foi realizada uma pesquisa bibliográfica de modo a fazer um enquadramento de diversos temas considerados pertinentes para este trabalho. Foram apresentados conceitos de Sistemas de Informação (SI), **Sistemas de Informação Hospitalar (SIH)**, **Processo Clínico Eletrónico (PCE)** entre outros, de forma a contextualizar o estado atual das TIs nas instituições de saúde. Outro conceito bastante importante é o conceito de interoperabilidade uma vez que é importante que os sistemas de informação consigam partilhar e entender informações. Por outro lado, foram mencionados alguns conceitos de computação ubíqua, como computação móvel, computação calma e computação sensível ao contexto, conceitos estes sempre tidos em mente durante o desenvolvimento da aplicação.

Após esta contextualização teórica, a restante dissertação focou-se em descrever a projeção, desenho, desenvolvimento e implementação de um artefacto de **TI**, apoiando-se, assim, maioritariamente na metodologia de investigação **Design Science Research (DSR)**. A seleção das ferramentas/tecnologias a utilizar foi feita conforme as vantagens identificadas e tendo também em conta as limitações do sistema onde a aplicação viria a ser implementada.

Surge agora a necessidade de responder às questões colocadas numa fase introdutória do projeto.

- **Questão 1. Qual é o estado atual do visualizador de MCDT no CHP?**

O visualizador atual do CHP trata-se de uma aplicação obsoleta que já não satisfaz as necessidades dos seus utilizadores cada vez mais exigentes. Atualmente, a visualização dos MCDT na plataforma AIDA é feita através de uma janela com um *design* pouco atraente. Essa janela continha algumas informações básicas sobre o utilizador no cabeçalho, uma secção de atalhos, uma secção onde aparece a listagem dos exames organizados por ordem cronológica decrescente (os últimos 10 por *default*) e uma listagem das especialidades lado direito. Os MCDT apresentavam diversas informações bem como ícones de relatórios (com o seu estado), anexos, imagens e informações sobre os pedidos associados.

- **Questão 1.1. Quais são os elementos fundamentais do atual visualizador que devem ser mantidos?**

Existem algumas funcionalidades que são necessárias manter, daí numa fase inicial foi estudado detalhadamente o código da aplicação antiga. A maioria das funcionalidades importantes eram em termos funcionais, ou seja, de programação. Foram identificadas funções no código que teriam de ser utilizadas e adaptadas para garantir o funcionamento de algumas funcionalidades do novo visualizador. A característica visual mais importante a manter era a possibilidade de navegar pelos MCDT tanto por especialidades como pelos últimos dez, para evitar uma mudança brusca da plataforma e garantir que o utilizador se adapta bem a esta mudança. As informações apresentadas sobre os MCDT mantiveram-se praticamente as mesmas, com algumas adaptações necessárias.

- **Questão 1.2. Quais são os elementos do atual visualizador que devem ser retirados?**

Tal como já foi referido, um dos principais problemas do atual visualizador é o excesso de informação apresentada na página inicial, sobrecarregando o utilizador com informações desnecessárias e ocupando demasiado espaço na janela. Relativamente às informações sobre o paciente, eram apresentados os títulos peso e idade, mas estes parâmetros nunca se encontravam preenchidos por falta de informação e, portanto, decidiu-se retirá-los. Era apresentada também uma

secção onde deveria estar uma fotografia do paciente, mas também não existiam dados para a preencher. Por fim, eram apresentados vários atalhos como dados astraia e alertas que foram considerados inadequados aparecerem neste novo visualizador.

• **Questão 1.3. Quais são as lacunas no atual processo de visualização de MCDT?**

O atual processo de acesso aos MCDT apresenta algumas questões negativas que se pretenderam resolver com este projeto, tais como:

- Fraca usabilidade, uma vez que os utilizadores têm apenas duas hipóteses para consultar os MCDT: procurando nos últimos dez apresentados por *default* ou consultar por especialidade, tal como já foi referido;
- Na visualização dos MCDT não se consegue ter a perceção de exames que já foram pedidos, por exemplo, podendo levar à realização de múltiplos exames iguais.
- A apresentação dos MCDT é igual independentemente do utilizador que esteja a aceder e independentemente do contexto, o que leva a que na maioria dos casos os utilizadores vejam em primeiro lugar informações não relevantes para eles.
- Excesso de informação apresentada nas páginas iniciais.
- Não há informação disponibilizada sobre MCDT não visualizados podendo levar à não visualização de informações importantes.

• **Questão 2. Quais são as novas funcionalidades essenciais que devem ser acrescentadas ao visualizador de MCDT?**

As novas funcionalidades a acrescentar procuram principalmente colmatar as lacunas apresentadas na resposta à Questão 1.3. Essas funcionalidades estão detalhadamente descritas na Secção 4.4 do Capítulo 4. De forma resumida, era necessário: adicionar uma nova organização aos MCDT nomeadamente através da atribuição de agregadores úteis, adicionar uma secção de exames não visualizados e não visualizados pela especialidade, tornar a aplicação sensível ao contexto, tornar a aplicação adaptável a dispositivos móveis, adicionar um módulo de filtragem avançada onde o utilizador pudesse pesquisar e filtrar os MCDT por módulo e estrutura anatómica, entre outras.

- **Questão 3. Qual é a viabilidade da implementação imediata da nova versão da plataforma de visualização de MCDT?** A implementação imediata da nova plataforma de visualização de MCDT está dependente da preparação de uma máquina específica no Centro Hospitalar do Porto (CHP) que não se encontrava pronta até à data de escrita desta dissertação. Porém, após a máquina se encontrar pronta, a aplicação está pronta a ser colocada em produção uma vez que como a máquina está a ser ajustada especificamente para este projeto, as tecnologias e as versões utilizadas já estarão em compatibilidade.
- **Questão 4. Qual é a contribuição da nova plataforma de visualização de MCDT para a modernização dos Sistemas de Informação Hospitalar (SIH) do CHP**

A nova plataforma apresenta um conjunto de características pensadas de modo a contribuir para a modernização dos Sistemas de Informação Hospitalar (SIH) do CHP.

A primeira característica é fundamentada na escolha das tecnologias a utilizar, dando maior relevância à tecnologia selecionada para o desenvolvimento da interface do utilizador. Feita uma pesquisa exaustiva, decidiu-se utilizar o ReactJS por várias razões supramencionadas (velocidade, simplicidade e eficiência). O uso desta tecnologia é então considerado uma mais valia para a modernização dos SIH do CHP.

Outra característica importante é a inclusão de vários conceitos de computação ubíqua no desenvolvimento desta aplicação, uma tecnologia bastante promissora na área da saúde. Entre esses conceitos temos a computação pervasiva, garantindo o envolvimento da ferramenta no ambiente em que o utilizador está inserido, a computação móvel, garantindo que a aplicação pode ser utilizada em qualquer lugar, a computação calma que garante a utilização da aplicação sem grande esforço pelo utilizador e a computação sensível ao contexto, que garante aos utilizadores a visualização de informações adaptadas ao contexto em que se encontram. É inserido também o contexto de ambiente inteligente, que vai de encontro aos termos já referidos, uma vez que a aplicação inteligente é incorporada de forma não invasiva em ambientes humanos e é adaptada às necessidades de reconhecimento de contexto do utilizador.

A incorporação destas tecnologias em meio hospitalar conduzem a inovações que por sua vez impulsionam um provedor de saúde a ter capacidades de conseguir a

agilidade, interoperabilidade e eficiência necessárias para aumentar a qualidade e produtividade e reduzir custos.

- **Questão 5. Qual é a utilidade, a aceitação e a usabilidade da nova plataforma de visualização de MCDT**

Esta questão foi respondida recorrendo à aplicação da metodologia de investigação de Prova de Conceito que incluiu a realização duma análise **SWOT** (*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*) e de um estudo de usabilidade (realização de um questionário seguindo o modelo TAM3), como é apresentado no Capítulo 5. Resumindo, a aplicação desenvolvida mostrou-se bastante útil, intuitiva, fácil de usar, escalável e adaptável.

- **Questão 6. Como trabalho futuro, quais são os pontos que podem ser alterados ou melhorados?**

Esta questão será respondida de forma detalhada na secção seguinte (Secção 6.2).

6.2 TRABALHO FUTURO

De forma a responder à última questão de investigação proposta (Questão 6), nesta secção serão apresentadas as propostas de melhoria e alterações a realizar na ferramenta desenvolvida.

Como trabalho futuro, o objetivo principal é a disponibilização da aplicação para produção no **CHP**, logo que se reúnam todas as condições técnicas necessárias. Após esta disponibilização da plataforma, já seria possível a sua utilização por parte dos profissionais de saúde durante o exercer das suas funções e práticas médicas. Esta utilização levaria então à conclusão do estudo da usabilidade após o preenchimento do questionário realizado.

Existem ainda algumas melhorias que gostaria de apontar como por exemplo a passagem desta aplicação *Web* para uma aplicação totalmente *mobile*, através por exemplo de uma biblioteca Javascript, o React-Native, uma vez que apesar da interface desenvolvida poder ser utilizada em dispositivos móveis esta continua a ser baseada no *browser*. Esta adaptação seria um grande avanço no que diz respeito à computação móvel. Seria também importante potencializar ainda mais esta aplicação relativamente aos outros princípios relacionados com a computação ubíqua, uma vez que estes conceitos inova-

dores associados aos [Sistemas de Apoio à Decisão Clínica \(SADC\)](#) são essenciais para uma melhoria significativa no processo de decisão.

A implementação e a utilização desta aplicação implicam várias medidas de segurança, portanto um trabalho futuro será potencializar estas medidas de segurança para garantir a segurança dos dados utilizados na plataforma, mas também arranjar soluções para implementar certas funcionalidades que se encontram dificultadas por medidas de segurança do [CHP](#).

É também proposta uma grande medida a ser desenvolvida no futuro, nomeadamente a integração da requisição de [MCDT](#) nesta aplicação. Propõe-se assim que os profissionais sejam capazes de prescrever novos exames através desta plataforma, poupando assim trabalho ao profissional de saúde de ter de mudar de aplicação cada vez que queira requisitar um exame após a visualização dos [MCDT](#) do paciente. Esta proposta torna a aplicação desenvolvida mais completa, disponibilizando mais funcionalidades para profissional de saúde ter um processo de tomada de decisão mais simples e livre de tantos encargos, levando-nos sempre assim ao principal objetivo de toda esta dissertação: a melhoria da qualidade e eficácia da prestação de cuidados de saúde.

Por fim, surge a hipótese de implementação de uma tecnologia que desenvolvi ao longo deste ano para a empresa Bosch, nomeadamente a visualização gráfica de uma árvore hierárquica com os diferentes componentes de uma máquina e as respetivas falhas associadas. Esta árvore pode ser adaptada aos agrupamentos de [MCDT](#) definidos, podendo assim gerar-se uma ferramenta bastante diferente e inovadora de navegação nos [MCDT](#).



QUESTIONÁRIO PARA A PLATAFORMA DE VISUALIZAÇÃO DE
MCDT

Tabela 5.: Tabela de constructos com as perguntas do questionário para a para a plataforma de visualização de MCDT

| Questão | | UP | FUP | IU | UR |
|--------------|---|----|-----|----|----|
| 1 | Nível de experiência do utilizador em tecnologia | | | | |
| 1.1 | Qual é a sua experiência com tecnologia? | | | | |
| 1.1.1 | Quanto tempo despende em média no computador? | | | | |
| 1.1.1.1 | Menos de 2 horas/dia | X | X | | X |
| 1.1.1.2 | Entre 2 a 4 horas/dia | X | X | | X |
| 1.1.1.3 | Mais de 4 horas/Dia | X | X | | X |
| 1.2 | Tipo de utilizador | | | | |
| 1.2.1 | Totalmente autónomo | X | | | X |
| 1.2.2 | Raramente necessita de apoio técnico (menos de 3 vezes/mês) | X | | | X |
| 1.2.3 | Necessita regularmente de apoio técnico | X | | | X |
| 1.3 | Utiliza o computador preferencialmente para: | | | | |
| 1.3.1 | Aplicação de material de produção (email, processamento de texto, folhas de cálculo e outros) | X | X | X | X |
| 1.3.2 | Manipulação/Consulta de informação administrativa | X | X | X | X |
| 1.3.3 | Manipulação/Consulta de informação clínica | X | X | X | X |
| 1.3.4 | Manipulação/Consulta de informação de gestão | X | X | X | X |
| 2 | Plataforma de Visualização de MCDT | | | | |
| 2.1 | Características Funcionais | | | | |
| 2.1.1 | Permite obter informação eficiente para a tomada de decisão? | | X | | X |
| 2.1.2 | É de fácil utilização? | | X | | X |
| 2.1.3 | Ajuda a atenuar situações de excessiva carga de trabalho? | X | X | X | X |
| 2.1.4 | Melhora o desempenho pró-ativo dos profissionais? | X | X | X | X |
| 2.1.5 | Permite realizar tarefas com maior precisão? | X | X | | |
| 2.1.6 | Potencializa uma melhoria dos cuidados prestados aos utentes? | X | X | | X |
| 2.1.7 | Com que frequência utiliza esta ferramenta? | | | | |
| 2.1.7.1 | Todos os dias mais que 1 vez/dia? | X | X | | X |
| 2.1.7.2 | Mais de 2 a 3 vezes/semana? | X | X | | X |
| 2.1.7.3 | Menos de 1 vez/semana? | X | X | | X |
| 2.1.8 | Quais as principais falhas que pode apontar? | | | | |
| 2.1.9 | Qual a avaliação global da ferramenta? | X | X | X | X |
| 2.2 | Características Técnicas | | | | |
| 2.2.1 | A procura e análise da informação é uma tarefa fácil? | X | X | | X |
| 2.2.2 | Promove a qualidade de informação? | X | | X | X |
| 2.2.3 | Permite o acesso à informação de forma segura? | X | X | | X |
| 2.2.4 | O design é agradável? | | X | X | |
| 2.2.5 | A informação está bem organizada? | | X | | |
| 2.2.6 | A estrutura é simples e adequada? | | X | | |
| 2.2.7 | É possível aceder rapidamente à informação? | X | | | X |
| 2.2.8 | Um + Um? | | | | |
| 2.2.9 | Pode funcionar simultaneamente com outros sistemas hospitalares? | X | X | | X |

| | | | | |
|------------|---|---|---|---|
| 2.3 | Funcionalidades específicas da aplicação | | | |
| 2.3.1 | Importância dos agregadores de MCDT escolhidos? | X | X | |
| 2.3.2 | Facilidade de navegação nos agregadores? | | X | |
| 2.3.3 | A aplicação permite identificar os MCDT pedidos para determinado paciente? | X | X | |
| 2.3.4 | Os MCDT estão a ser apresentados por contexto? | X | X | |
| 2.3.5 | Dois + Um? | | | |
| 2.3.6 | Consegue realizar com facilidade as suas atividades sem precisar de comunicar (por outro meio que não o sistema com os seus colegas de trabalho)? | X | X | X |
| 2.3.7 | A aplicação permite facilmente adicionar notas/comentários a qualquer MCDT ? | X | X | X |
| 2.3.8 | A filtragem avançada de MCDT é feita facilmente? | | X | |
| 2.3.9 | É fácil identificar os MCDT não visualizados? | X | X | X |
| 2.4 | Relevância da aplicação do ponto de vista do utilizador | | | |
| 2.4.1 | Recebeu alguma diretiva superior? | | | X |
| 2.4.2 | Acha que os outros profissionais de saúde também deviam utilizar a aplicação? | | | X |
| 2.4.3 | Outros colegas acham que deve utilizar a aplicação? | | | X |
| 2.4.4 | O diretor do seu serviço apoia o uso da aplicação? | | | X |
| 2.4.5 | Acha que a aplicação influencia a sua performance profissional? | | | X |
| 2.4.6 | Acha que traz benefícios (direta ou indiretamente) para o paciente? | X | | X |
| 2.4.7 | Utilizar a aplicação não requer muito esforço mental? | | X | |
| 2.4.8 | Dois + Dois | | | |
| 2.4.9 | A aplicação é fácil de usar? | | X | |
| 2.4.10 | A utilização da aplicação é agradável? | | X | |
| 2.4.11 | No seu trabalho a utilização da aplicação é importante? | X | | X |
| 2.5 | Facilidade de Aprendizagem | | | |
| 2.5.1 | Facilidade de aprendizagem a operar com a aplicação? | | X | X |
| 2.5.2 | Facilidade em memorizar o funcionamento da aplicação? | | X | X |
| 2.5.3 | Adequação do tempo gasto para aprender a operar a aplicação? | | X | |
| 2.5.4 | Existe uma dependência da facilidade de atividade com o nível de experiência do utilizador com a aplicação? | | X | |
| 2.5.5 | As instruções disponibilizadas facilitaram o processo de aprendizagem? | X | X | |
| 2.6 | Demonstrabilidade de resultados: | | | |
| 2.6.1 | Teria dificuldades em explicar aos outros os benefícios da utilização da aplicação? | X | X | X |
| 2.6.2 | Teria dificuldades em explicar aos outros os resultados que se podem obter com o uso da aplicação? | X | X | X |
| 2.6.3 | Os resultados do uso da aplicação são óbvios para si? | X | X | X |
| 2.7 | Aprensão do utilizador: | | | |
| 2.7.1 | A utilização de computadores não o assusta? | | X | X |
| 2.7.2 | Trabalhar com a aplicação deixa-o nervoso? | | X | X |
| 2.7.3 | Trabalhar com a aplicação deixa-o desconfortável? | | X | X |
| 2.7.4 | Trabalhar com a aplicação deixa-o ansioso? | | X | X |

BIBLIOGRAFIA

- [1] Paulino Artur Ferreira de Sousa. O sistema de saúde em Portugal: realizações e desafios. *Acta Paulista de Enfermagem*, 22:884 – 894, 00 2009.
- [2] M.M. Müller. Special issue: Quality in laboratory diagnostics: From theory to practice. 20:144–146, 06 2010.
- [3] M. Ciampa and M. Revels. *Introduction to Healthcare Information Technology*. Cengage Learning, 2012.
- [4] E. Prado and C.A. de Souza. *Fundamentos de Sistemas de Informação*. Elsevier Editora Ltda., 2014.
- [5] L. Berkowitz and C. McCarthy. *Innovation with Information Technologies in Healthcare*. Health Informatics. Springer London, 2012.
- [6] M. Beyer O. Heger C. Biber M. Bäumlein R. Lenz, R. Blaser and M. Schnabel. It support for clinical pathways—lessons learned. *International Journal of Medical Informatics*, 76:397 – 402, 2007.
- [7] Al F. Al-Assaf, Lisa J. Bumpus, Dana Carter, and Stephen B. Dixon. Preventing errors in healthcare: A call for action. *Hospital Topics*, 81(3):5–13, 2003.
- [8] Giuseppe Lippi, Ana-Maria Simundic, and Camilla Mattiuzzi. Overview on patient safety in healthcare and laboratory diagnostics. 20:131–143, 06 2010.
- [9] J.A. O'Brien. *Sistemas de informação e as decisões gerenciais na era da internet*. Saraiva, 2010.
- [10] K.A. Wager, F.W. Lee, and J.P. Glaser. *Health Care Information Systems: A Practical Approach for Health Care Management*. Wiley, 2017.
- [11] J. Dudeck, B. Blobel, and W. Lordieck. *New Technologies in Hospital Information Systems*. Biomedical and Health Research. IOS Press, 1997.

- [12] Ning Jackie Zhang, Binyam Seblega, Thomas Wan, Lynn Unruh, Abiy Agiro, and Li Miao. Health information technology adoption in u.s. acute care hospitals. *Journal of Medical Systems*, 37(2):9907, Jan 2013.
- [13] Maria Salazar, Júlio Duarte, Rui Pereira, Filipe Portela, Manuel Filipe Santos, António Abelha, and José Machado. Step towards paper free hospital through electronic health record. In Álvaro Rocha, Ana Maria Correia, Tom Wilson, and Karl A. Stroetmann, editors, *Advances in Information Systems and Technologies*, pages 685–694, Berlin, Heidelberg, 2013. Springer Berlin Heidelberg.
- [14] Eta S. Berner, K. J. Hannah, and M. J. Ball, editors. *Clinical Decision Support Systems: Theory and Practice*. Springer, 2 edition, 2007.
- [15] 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.
- [16] Eric G. Poon, Samuel J. Wang, Tejal K. Gandhi, David W. Bates, and Gilad J. Kuperman. Design and implementation of a comprehensive outpatient results manager. *Journal of Biomedical Informatics*, 36(1):80 – 91, 2003. Patient Safety.
- [17] Litchfield IJBentham LMLilford RJ et al. Test result communication in primary care: clinical and office staff perspectives. *Fam Pract*, 31:592–597, 2014.
- [18] Ana Pereira, Fernando Marins, Bruno Rodrigues, Filipe Portela, Manuel Filipe Santos, José Machado, Fernando Rua, Álvaro Silva, and António Abelha. Improving quality of medical service with mobile health software. *Procedia Computer Science*, 63:292 – 299, 2015.
- [19] Sandra V.B. Jardim. The electronic health record and its contribution to healthcare information systems interoperability. *Procedia Technology*, 9:940 – 948, 2013. CENTERIS 2013 - Conference on ENTERprise Information Systems / ProjMAN 2013 - International Conference on Project MANagement/ HCIST 2013 - International Conference on Health and Social Care Information Systems and Technologies.
- [20] Fan-Yun Pai and Kai-I Huang. Applying the technology acceptance model to the introduction of healthcare information systems. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(4):650 – 660, 2011.

- [21] Business process re-engineering application in healthcare in a relation to health information systems. *Procedia Technology*, 9:949 – 957, 2013.
- [22] R. Haux, E. Ammenwerth, A. Winter, and B. Brigl. *Strategic Information Management in Hospitals: An Introduction to Hospital Information Systems*. Health Informatics. Springer, 2004.
- [23] Júlio Duarte, Carlos Filipe Portela, António Abelha, José Machado, and Manuel Filipe Santos. Electronic health record in dermatology service. In Maria Manuela Cruz-Cunha, João Varajão, Philip Powell, and Ricardo Martinho, editors, *ENTERprise Information Systems*, pages 156–164, Berlin, Heidelberg, 2011. Springer Berlin Heidelberg.
- [24] 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.
- [25] Theo Lippeveld, Rainer Sauerborn, Claude Bodart, et al. *Design and implementation of health information systems*. World Health Organization Geneva, 2000.
- [26] Instituto Nacional de Estatística. Inquérito à utilização das tecnologias de informação e da comunicação nos hospitais, 2014.
- [27] Spms: Serviços partilhados do ministério da saúde. <http://spms.min-saude.pt/>. Accessed: 2018-08-08.
- [28] Cristiana Neto, Inês Dias, Maria Santos, Hugo Peixoto, and José Machado. Applied business intelligence in surgery waiting lists management. pages 171–185, 2018.
- [29] J.H. Carter and American College of Physicians (2003-). *Electronic Health Records: A Guide for Clinicians and Administrators*. American College of Physicians, 2008.
- [30] Grupo de Trabalho do Processo Clínico Eletrónico. Inquérito de satisfação com o processo clínico eletrónico - análise de resultados, 2018.
- [31] Daniela Oliveira, Júlio Duarte, António Abelha, and José Machado. Step towards interoperability in nursing practice. 3:26–37, 01 2018.

- [32] D. Oliveira, J. Duarte, A. Abelha, and J. Machado. Improving nursing practice through interoperability and intelligence. In *2017 5th International Conference on Future Internet of Things and Cloud Workshops (FiCloudW)*, volume 00, pages 194–199, Aug. 2017.
- [33] Luciana Cardoso, Fernando Marins, César Quintas, Filipe Portela, Manuel Santos, António Abelha, and José Machado. Interoperability in healthcare. pages 689–714, 2018.
- [34] 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. CENTERIS 2014 - Conference on ENTERprise Information Systems / ProjMAN 2014 - International Conference on Project MANagement / HCIST 2014 - International Conference on Health and Social Care Information Systems and Technologies.
- [35] A. Carrero J. Tello, M. Ángel Urbán and C. Nuzzi. Medical terminology browsers - how usable are them for describing clinical archetypes? *HEALTHINF - Proceedings of the International Conference on Health Informatics*, pages 413–418, 2012.
- [36] 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.
- [37] J. Duarte, M. Salazar, C. Quintas, M. Santos, J. Neves, A. Abelha, and J. Machado. Data quality evaluation of electronic health records in the hospital admission process. In *2010 IEEE/ACIS 9th International Conference on Computer and Information Science*, pages 201–206, Aug 2010.
- [38] J. Machado, A. Abelha, J. Neves, and M. Santos. Ambient intelligence in medicine. In *2006 IEEE Biomedical Circuits and Systems Conference*, pages 94–97, Nov 2006.
- [39] Hugo Peixoto, Manuel Santos, António Abelha, and José Machado. Intelligence in interoperability with aida. In Li Chen, Alexander Felfernig, Jiming Liu, and Zbigniew W. Raś, editors, *Foundations of Intelligent Systems*, pages 264–273, Berlin, Heidelberg, 2012. Springer Berlin Heidelberg.

- [40] António Abelha, J Machado, M Santos, S Allegro, F Rua, M Paiva, and J Neves. Agency for integration, diffusion and archive of medical information. In *Proceedings of the Third IASTED International Conference-Artificial Intelligence and Applications, Benalmadena, Spain*, pages 1–47, 2002.
- [41] Luciana Cardoso, Fernando Marins, Filipe Portela, António Abelha, and José Machado. Healthcare interoperability through intelligent agent technology. *Procedia Technology*, 16:1334–1341, 2014.
- [42] Gabriel Pontes, Carlos Filipe Portela, Rui Rodrigues, Manuel Filipe Santos, José Neves, António Abelha, and José Machado. Modeling intelligent agents to integrate a patient monitoring system. In Javier Bajo Pérez, Juan M. Corchado Rodríguez, Johannes Fährndrich, Philippe Mathieu, Andrew Campbell, Mari Carmen Suarez-Figueroa, Alfonso Ortega, Emmanuel Adam, Elena Navarro, Ramon Hermoso, and María N. Moreno, editors, *Trends in Practical Applications of Agents and Multiagent Systems*, pages 139–146, Cham, 2013. Springer International Publishing.
- [43] Fernando Marins, Luciana Cardoso, Filipe Portela, Manuel F Santos, António Abelha, and José Machado. Improving high availability and reliability of health interoperability systems. In *New Perspectives in Information Systems and Technologies, Volume 2*, pages 207–216. Springer, 2014.
- [44] Luciana Cardoso, Fernando Marins, Filipe Portela, Manuel Santos, António Abelha, and José Machado. A multi-agent platform for hospital interoperability. In *Ambient Intelligence-Software and Applications*, pages 127–134. Springer, 2014.
- [45] F. Curbera, M. Duftler, R. Khalaf, W. Nagy, N. Mukhi, and S. Weerawarana. Unraveling the web services web: an introduction to soap, wsdl, and uddi. *IEEE Internet Computing*, 6(2):86–93, March 2002.
- [46] M. Satyanarayanan. Pervasive computing: vision and challenges. *IEEE Personal Communications*, 8(4):10–17, Aug 2001.
- [47] Fernando Olivera, Alfredo Rivas, and Felipe Iturriaga. Subtle interaction for a non intrusive communication. In Gabriel Urzaiz, Sergio F. Ochoa, José Bravo, Liming Luke Chen, and Jonice Oliveira, editors, *Ubiquitous Computing and Ambient*

Intelligence. Context-Awareness and Context-Driven Interaction, pages 215–222, Cham, 2013. Springer International Publishing.

- [48] José Fernandes, Ricardo Machado, and João Carvalho. Model-driven development for pervasive information systems. 01 2008.
- [49] Kalle Lyytinen and Youngjin Yoo. Issues and challenges in ubiquitous computing. 45, 12 2002.
- [50] André Braga, Filipe Portela, Manuel Filipe Santos, António Abelha, José Machado, Álvaro Silva, and Fernando Rua. Applied pervasive patient timeline in intensive care units. *International Journal of Reliable and Quality E-Healthcare (IJRQEH)*, 6(2):17–28, 2017.
- [51] Sérgio Oliveira, Filipe Portela, Manuel F. Santos, José Machado, and António Abelha. Pervasive adaptive data acquisition gateway for critical healthcare. In Álvaro Rocha, Ana Maria Correia, Hojjat Adeli, Luis Paulo Reis, and Marcelo Mendonça Teixeira, editors, *New Advances in Information Systems and Technologies*, pages 567–576, Cham, 2016. Springer International Publishing.
- [52] A. Mihailidis and J.E. Bardram. *Pervasive Computing in Healthcare*. CRC Press, 2006.
- [53] António Moreira, Daniela Oliveira, António Abelha, and José Machado. Mobile computing in patient relationship management – a case study. 2018.
- [54] D. Saha and A. Mukherjee. Pervasive computing: a paradigm for the 21st century. *Computer*, 36(3):25–31, March 2003.
- [55] Samuel Valente, Jorge Braga, José Machado, Manuel Santos, and António Abelha. The impact of mobile platforms in obstetrics. *Procedia Technology*, 9:1201 – 1208, 2013.
- [56] Rui Oliveira, Simão Frutuoso, José Machado, Manuel Santos, Filipe Portela, and António Abelha. Step towards m-health in pediatrics. *Procedia Technology*, 9:1192–1200, 2013.
- [57] Rafael Aguiar and Marlyvan Alencar. Interfaces ubíquas sob a perspectiva do design de interação. *Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística*, 4(3), 2014.

- [58] Miguel A. Muñoz, Marcela Rodríguez, Jesus Favela, Ana I. Martinez-Garcia, and Victor M. González. Context-aware mobile communication in hospitals. *Computer*, 36(9):38–46, September 2003.
- [59] J. Symonds. *Ubiquitous and Pervasive Computing: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*. IGI Global, 2009.
- [60] Patient monitoring under ambient intelligence setting. *Series Advances in Intelligent and Soft Computing*, 72:185–188, 2010.
- [61] Alexandru Țugui and Laura-Diana Genete. Information technologies in the calm technologies era. *Communications of the IBIMA*, 8(16):120–127, 2009.
- [62] José Bravo, Diane Cook, and Giuseppe Riva. Ambient intelligence for health environments. *Journal of Biomedical Informatics*, 64:207 – 210, 2016.
- [63] Giovanni Acampora, Diane J Cook, Parisa Rashidi, and Athanasios V Vasilakos. A survey on ambient intelligence in healthcare. *Proceedings of the IEEE*, 101(12):2470–2494, 2013.
- [64] S.C. Mukhopadhyay and O.A. Postolache. *Pervasive and Mobile Sensing and Computing for Healthcare: Technological and Social Issues*. Smart Sensors, Measurement and Instrumentation. Springer Berlin Heidelberg, 2012.
- [65] Vijay Vaishnavi and William Kuechler. Design research in information systems. 2004.
- [66] Salvatore T March and Veda C Storey. Design science in the information systems discipline: an introduction to the special issue on design science research. *Management Information Systems Quarterly*, 32(4):725–730, 2008.
- [67] Daniel Pacheco Lacerda, Aline Dresch, Adriano Proença, and José António Valle Antunes Júnior. Design science research: método de pesquisa para a engenharia de produção. 20:741 – 761, 00 2013.
- [68] Alan Hevner and Samir Chatterjee. *Design science research in information systems*. Springer, 2010.

- [69] Ken Peffers, 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.
- [70] David Flanagan. *Javascript: O Guia Definitivo*.
- [71] Facebook. React - a javascript library for building user interfaces. <https://reactjs.org/>.
- [72] Sanchit Aggarwal. Modern web-development using reactjs. *International Journal of Recent Research Aspects*, 5(1):133–137, mar 2018.
- [73] S.A. Robbestad. *ReactJS Blueprints*. Packt Publishing, 2016.
- [74] Bucky Roberts. React-redux-boilerplate. <https://github.com/buckyroberts/React-Redux-Boilerplate>, 2016.
- [75] Gustavo Alonso, Fabio Casati, Harumi Kuno, and Vijay Machiraju. *Web Services*, pages 123–149. Springer Berlin Heidelberg, 2004.
- [76] Quan Z. Sheng, Xiaoqiang Qiao, Athanasios V. Vasilakos, Claudia Szabo, Scott Bourne, and Xiaofei Xu. Web services composition: A decade’s overview. *Information Sciences*, 280:218 – 238, 2014.
- [77] F. Belqasmi, J. Singh, S. Y. Bani Melhem, and R. H. Glitho. Soap-based vs. restful web services: A case study for multimedia conferencing. *IEEE Internet Computing*, 16(4):54–63, July 2012.
- [78] V. Ebai. *What Is SQL?: Fundamentals of SQL, T-SQL, PL/SQL and Datawarehousing*. AuthorHouse, 2012.
- [79] P.S. Gill. *Database Management Systems*. I.K. International Publishing House Pvt. Limited, 2010.
- [80] R.C. CHATTERJEE. *LEARNING ORACLE SQL & PL/SQL: A SIMPLIFIED GUIDE*. PHI Learning, 2012.
- [81] Tourism Industry Development Innovation and the Commonwealth Games. Undertake a proof of concept process, Jun 2018.

- [82] Rui Pereira, Maria Salazar, António Abelha, and José Machado. Swot analysis of a portuguese electronic health record. In *Conference on e-Business, e-Services and e-Society*, pages 169–177. Springer, 2013.
- [83] Robert G. Dyson. Strategic development and swot analysis at the university of warwick. *European Journal of Operational Research*, 152(3):631 – 640, 2004. Applications of Soft O.R. Methods.
- [84] G.J. Hay and G. Castilla. Object-based image analysis: Strengths, weaknesses, opportunities and threats (swot). *Proceedings of 1st International Conference on Object-Based Image Analysis (OBIA)*, 2006.
- [85] Filipe Portela, Jorge Aguiar, Manuel Filipe Santos, António Abelha, José Machado, Álvaro Silva, and Fernando Rua. Assessment of technology acceptance in intensive care units. *International Journal of Systems and Service-Oriented Engineering (IJSSOE)*, 4(3):26–45, 2014.
- [86] Richard Holden and Ben-Tzion Karsh. The technology acceptance model: Its past and its future in health care. 43:159–72, 08 2009.
- [87] Paul Legris, John Ingham, and Pierre Collerette. Why do people use information technology? a critical review of the technology acceptance model. *Information a Management*, 40(3):191–204, 2003.
- [88] 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.
- [89] 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.
- [90] D.A. Jeffrey. *Testing the Technology Acceptance Model 3 (TAM 3) with the Inclusion of Change Fatigue and Overload, in the Context of Faculty from Seventh-day Adventist Universities: A Revised Model*. Andrews University Digital Library Dissertations. Andrews University, School of Education, 2015.
- [91] Viswanath Venkatesh and Hillol Bala. Technology acceptance model 3 and a research agenda on interventions. 39:273–315, 05 2008.

[92] Rob Johns. Likert items and scales.

Este trabalho foi efetuado sobre supervisão de António Abelha (Universidade do Minho) e Ana Cecília Coimbra (Universidade do Minho).