

**Universidade do Minho**

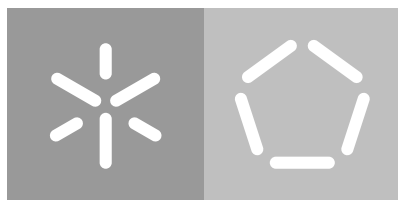
Escola de Engenharia

Ana Regina Coelho de Sousa

## **Monitorização Inteligente da Interoperabilidade em Ambiente Hospitalar**

Setembro 2019





**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Ana Regina Coelho de Sousa

## **Monitorização Inteligente da Interoperabilidade em Ambiente Hospitalar**

Dissertação de Mestrado em Informática Médica  
Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica

Trabalho realizado sob orientação de  
**Professor Doutor José Manuel Ferreira Machado**

E supervisão de  
**Mestre Diana Lisandra Azevedo Ferreira**

Setembro 2019

---

## DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

---

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

Assim, o presente trabalho pode ser utilizado nos termos previstos na licença abaixo indicada. Caso o utilizador necessite de permissão para poder fazer um uso do trabalho em condições não previstas no licenciamento indicado, deverá contactar o autor, através do RepositóriUM da Universidade do Minho.



**Atribuição-NãoComercial**  
**CC BY-NC**

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

*[Esta licença permite que outros remisturem, adaptem e criem a partir do seu trabalho para fins não comerciais, e embora os novos trabalhos tenham de lhe atribuir o devido crédito e não possam ser usados para fins comerciais, eles não têm de licenciar esses trabalhos derivados ao abrigo dos mesmos termos.]*



---

## AGRADECIMENTOS

---

Após uma longa jornada, repleta de nervosismo, inseguranças, mas mais do que isso conquistas, chega o momento de finalizar mais uma etapa da minha vida, com a sensação de objetivo cumprido. Nem sempre o caminho foi fácil, mas com dedicação e esforço, não só meu mas de todos aqueles que me rodeiam, escrevi, durante 5 anos, uma história para sempre memorável. Estou muito grata por todos aqueles que de alguma forma marcaram este percurso, tornando-o inesquecível e fazendo com que eu fosse cada vez mais e melhor.

Quero, desde logo, agradecer aos meus orientadores Professor Doutor José Machado e Mestre Diana Ferreira pela forma como, incansavelmente, me apoiaram e direcionaram neste projeto de dissertação. Um especial agradecimento à Diana, pois esteve presente e disponível em todas as fases do projeto, passando sempre os melhores conselhos e ensinamentos, apesar de todos os outros projetos que tinha em mãos.

Expresso ainda a minha gratulação ao Centro Hospitalar do Porto bem como aos seus profissionais de Sistemas de Informação pela disponibilidade, apoio e ainda pela oportunidade de desenvolver este projeto no vosso estabelecimento. Foi um prazer servir-vos.

Aos meus amigos e confidentes, obrigada pelos momentos de partilha e conquista e ainda mais por me motivarem a ser sempre o melhor de mim. Obrigada por tornarem estes anos os melhores de sempre repletos de alegria e amizade. Terão sempre um lugar guardado no meu coração.

À minha alma gémea, quero agradecer todo o amor, respeito e amizade partilhados nos últimos quatro anos. Sinto-me muito grata por poder partilhar a minha vida com alguém tão especial quanto tu. Agradeço-te toda a paciência, compreensão e carinho e ainda mais por acreditares mais em mim do que eu mesma.

Por fim, agradeço à parte mais importante para mim, a minha família, que me apoia incondicionalmente e que está de braços abertos para mim, 24 horas por dia nos últimos 23 anos. Aos meus pais, que merecem tudo neste mundo, que me criaram segundo o melhor exemplo possível, obrigada pelos sacrifícios que sempre fizeram por mim e pela minha irmã, mas sobretudo pelo amor imensurável pelas duas. À minha

irmã obrigada por me ensinares o sentido da palavra paciência, obrigada por seres a maior crítica de tudo o que escrevi nesta dissertação e ainda mais por guardares inúmeras cópias todas as semanas deste ano. Serei sempre a pessoa que te protege e apoia, mesmo quando tentas azucrinar-me. Quero ainda agradecer aos meus avós por toda a proteção que têm sobre toda a família, por mostrarem o significado de perseverança e cuidado pelos outros. Obrigada a todos os de "CASA" por darem significado às palavras família e amor, cada um à sua maneira. Para terminar obrigada ao ser mais puro de todos e que me ensinou a proteger, acarinhar e educar um ser que não é meu, mas que me pertence, obrigada Bianca.

---

## DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

---

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

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





---

## RESUMO

---

Apesar dos avanços registados nas últimas décadas, as [Tecnologias da Informação \(TI\)](#) ainda têm muito para oferecer ao setor da saúde. As instituições de saúde estão cada vez mais dispostas a investir em tecnologias que apoiem o dia a dia do profissional de saúde principalmente no momento de tomada de decisão para que este seja o mais rápido e acertado possível.

Assim sendo, o número de [Sistemas de Informação Hospitalar \(SIH\)](#) tem aumentado, principalmente em sistemas de ajuda no diagnóstico, tratamento e acompanhamento do paciente. No entanto, estes sistemas são também necessários para a tomada de decisões relativas aos processos informáticos das instituições, como por exemplo os agentes inteligentes, que influenciam a qualidade dos serviços prestados, de forma indireta. Como consequência, o presente projeto de dissertação visa o desenvolvimento de uma plataforma de [Business Intelligence \(BI\)](#) para a monitorização contínua dos agentes inteligentes, do [Centro Hospitalar do Porto \(CHP\)](#), assim como das suas atividades.

O constante aparecimento de tecnologias inovadoras põe muitas vezes em causa o trabalho desenvolvido devido à obsolescência que ele possa apresentar relativamente àqueles que são construídos com essas inovações. Assim sendo, as instituições, neste caso de saúde, devem estar sempre alerta para se manterem atualizadas a nível tecnológico e competitivas a nível de mercado uma vez que, inevitavelmente, a qualidade dos serviços prestados melhora significativamente.

Com todas estas inovações surgem novos problemas, as unidades hospitalares são ambientes cada vez mais complexos a nível de sistemas informáticos devido à heterogeneidade dos mesmos. A informação gerada e guardada em cada sistema tem características e estruturas que podem ser bastante dispares o que faz com que a informação esteja individualizada. Deste modo, surge o conceito sobre o qual se trabalhou neste projeto de dissertação, a interoperabilidade. Para responder a todos estes desafios, foi criada a [Agência de Interoperação, Difusão e Arquivo de Informação Médica \(AIDA\)](#), um sistema baseado em agentes que visam a implementação da interoperabilidade nas instituições de saúde. Os agentes inteligentes têm tarefas de vários tipos, mas que têm

a semelhança de comunicar com sistemas heterogêneos a fim de trocar informações de grande importância ou até mesmo gerir e guardar essas informações em bases de dados. Surge então a necessidade de monitorização destes agentes bem como das suas atividades para que, desta forma, seja mantida a interoperabilidade e qualidade da prestação de serviços na instituição onde estão implementados. Deste modo, a presente dissertação visa desenvolver uma plataforma de monitorização, contínua e em tempo real, para os agentes do CHP. Este projeto baseou-se na metodologia *Design Science Research (DSR)*, onde inicialmente se define o problema para o qual se pretende projetar uma solução, traçando os objetivos que se querem alcançar. As restantes fases tratam do desenvolvimento e avaliação do produto projetado. Como prova de conceito, escolheu-se a análise *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats (SWOT)* e ainda um estudo de aceitação de tecnologia baseado no *Technology Acceptance Model (TAM)*<sup>3</sup>. Os resultados da prova de conceito foram bastante positivos e revelaram um excelente potencial de crescimento para a solução desenvolvida.

**Palavras-Chave:** instituições de saúde, tomada de decisões, sistemas de informação em saúde, agentes inteligentes, *Business Intelligence*, plataforma *web*, monitorização, inovações tecnológicas, interoperabilidade.

---

## ABSTRACT

---

Despite the advances made in recent decades, information technologies still have a lot to offer to the health sector. In the scientific community, the idea of technology as a very important part of improving healthcare is already unanimous. Health institutions are increasingly willing to invest in technologies that support the daily activities life of health professionals, especially at the time of decision making so that it is as fast and as accurate as possible.

Thus, the number of hospital information systems has increased, especially the systems supporting and easing the diagnosis, treatment and follow-up of the patient. However, these systems are also necessary for decision-making on the part of the institutions computer processes, such as intelligent agents, which indirectly influence the quality of the services provided. Of all the choices that have been made within the developed systems, the use of BI has proved quite effective in the presentation of information as well as in the construction of decision support systems. As a consequence, this dissertation project aims to develop a BI platform to continuously monitor the intelligent agents of the CHP as well as their activities.

The current digital revolution brings several challenges, the constant emergence of innovative technologies often put at stake the work done due to the eventual obsolescence that it can present in comparison with those that are built with these innovations. Thus, health institutions, should always be alert and keep an eye on their information systems, evaluating whether they have become archaic or even if there are new solutions that respond better to the problems they have daily at hand. In this way, they will be updated at technological level and competitive at market level since, inevitably, the quality of the provided services improves significantly.

With all these innovations new problems arise, hospital units are increasingly complex environments at the level of computer systems due to their heterogeneity. The information generated and stored in each system has characteristics and structures that can be quite different, which causes the information to be individualized. In this way, the main issue addressed in this dissertation emerges, the interoperability. , the interoperability. To answer all these challenges, AIDA was created, a system based on

intelligent agents that aim to implement interoperability in health institutions. The intelligent agents have tasks of various types, but have the similarity of communicating with heterogeneous systems in order to exchange information of great importance or even manage and store information in databases. Therefore, the need to monitor these agents as well as their activities arises in order to maintain the interoperability and quality of the services provided by the institution where they are implemented. Thus, this dissertation aims to develop a platform that monitors continuously and in real time the agents of the **CHP**.

This project was based on the **DSR** methodology, that initially defines the problem for which one intends to design a solution, outlining the objectives to be achieved. The remaining phases deal with the development and evaluation of the developed solution. As proof of concept, the SWOT analysis and the technology acceptance study based on **TAM<sub>3</sub>** were chosen. The results of the proof of concept were quite positive and revealed an excellent growth potential for the developed solution.

**Keywords:** health organizations, health information systems, intelligent agents, Business Intelligence, web platform, monitoring, technological advances, interoperability.

---

## CONTEÚDO

---

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Âmbito e Contextualização	1
1.2	Motivação	3
1.3	Objetivos	4
1.4	Estrutura da Dissertação	5
2	ESTADO DA ARTE	7
2.1	A era da informação e sua sociedade	7
2.2	Sistemas e tecnologias de Informação na Saúde	8
2.2.1	Sistemas de Informação Hospitalar em Portugal	12
2.3	Sistemas de Apoio à Decisão Clínica	15
2.4	<i>BI</i>	17
2.5	Interoperabilidade	18
2.5.1	Conceito teórico	19
2.5.2	Níveis de Interoperabilidade	20
2.5.3	Interoperabilidade na saúde	24
2.5.4	AIDA	25
3	METODOLOGIAS DE INVESTIGAÇÃO E FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO	29
3.1	Metodologia de Pesquisa - Design Science Research	30
3.2	Frameworks, Bibliotecas e Linguagens de Programação	32
3.2.1	Bases de dados	32
3.2.2	Web Services - SOAP vs REST	34
3.2.3	Node.js	36
3.2.4	Bibliotecas	37
3.3	Metodologia da Prova de conceito	40
3.3.1	Análise SWOT	41
3.3.2	Technology Acceptance Model - TAM	43
4	CASO DE ESTUDO I - PLATAFORMA DE MONITORIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE AGENTES INTELIGENTES	49

4.1	Introdução e Contextualização do Problema	49
4.2	Análise de Requisitos	50
4.3	Arquitetura	51
4.3.1	<i>Dashboard</i> Geral	53
4.3.2	Módulo das Tabelas	58
4.3.3	Módulo do Agente	61
4.3.4	Módulo do Servidor	64
4.4	Resultados e Discussão	66
4.5	Conclusão	66
5	PROVA DE CONCEITO	69
5.1	Análise SWOT	70
6	CONCLUSÕES	73
6.1	Contribuições Principais	74
6.2	Prospecção de Trabalho Futuro	76
A	QUESTIONÁRIO DE INVESTIGAÇÃO PARA A PLATAFORMA DE MONITORIZAÇÃO DE AGENTES INTELIGENTES	89
B	PUBLICAÇÕES	93
B.1	Step Towards Monitoring Intelligent Agents in Healthcare Information Systems	93
B.2	Sistema de alerta, gestão e monitorização de catástrofes	95

---

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 1	Esquema elucidativo da estrutura e funcionamento de um Sistema de Informação (SI).	9
Figura 2	Fluxo de informação segundo o sistema Sistema Integrado de Informação Hospitalar (SONHO).	14
Figura 3	Fluxo de informação numa instituição de saúde. Adaptado de [32].	16
Figura 4	Arquitetura de um sistema de BI. Adaptado de [39].	18
Figura 5	Modelo criado por Tolk e Muguiru. Adaptado de [53].	22
Figura 6	Modelo concetual da plataforma AIDA. Adaptado de [60].	26
Figura 7	Evolução do modelo da metodologia DSR. Adaptado de [67].	31
Figura 8	Esquema simplificado de uma arquitetura Transferência Representacional de Estado (REST).	35
Figura 9	Esquema de comparação de arquitetura com e sem Redux. Adaptado de [93].	39
Figura 10	Fluxo de Estado com Redux. Adaptado de [92]	40
Figura 11	Matriz da análise SWOT. Adaptado de [97]	42
Figura 12	Primeira versão do modelo de aceitação tecnológica. Adaptado de [102]	44
Figura 13	Segunda versão do modelo de aceitação tecnológica. Adaptado de [99].	44
Figura 14	Modelo mais recente de aceitação tecnológica - TAM3. Adaptado de [103]	45
Figura 15	Arquitetura da aplicação <i>web</i> desenvolvida.	52
Figura 16	Visão global da interface da aplicação <i>web</i> .	53
Figura 17	Painel Geral de Informações.	54
Figura 18	Gráfico do número de agentes ativos, inativos e com erros por servidor.	54
Figura 19	Notificação gerada aquando a ocorrência de erros.	55
Figura 20	Gráfico com número de agentes alocados por servidor.	55



Figura 21	Ilustração das dez últimas atividades mais demoradas.	56
Figura 22	Número e percentagem de agentes alocados por grupo.	56
Figura 23	Linhas temporais de atividades recentes e registos processados.	57
Figura 24	Vista geral do módulo das tabelas.	58
Figura 25	Tabela dos Agentes.	59
Figura 26	Tabela do histórico de atividades.	60
Figura 27	Vista geral do módulo dos agentes.	61
Figura 28	Seleção inteligente do agente pretendido.	62
Figura 29	Separador do perfil do agente.	62
Figura 30	Separador do registos processados.	63
Figura 31	Separador dos <i>dashboards</i> .	63
Figura 32	Vista geral do módulo dos servidores.	64
Figura 33	Separador dos <i>dashboards</i> por servidor	65

---

## LISTA DE TABELAS

---

Tabela 1	Especificação dos seis níveis de interoperabilidade. Primeiro modelo proposto por Tolk e Muguira	22
Tabela 2	Definição dos construtos da TAM <sub>3</sub>	46
Tabela 3	Estrutura do questionário de investigação baseado no TAM <sub>3</sub> e aplicado à plataforma de monitorização de agentes inteligentes	89



---

## ACRÓNIMOS

---

- AIDA** Agência de Interoperação, Difusão e Arquivo de Informação Médica. [vii](#), [ix](#), [xi](#), [xiii](#), [2](#), [3](#), [25–27](#), [73](#), [76](#)
- AIDA-PCE** Agência para a Interoperação, Difusão e Arquivo de Informação Médica - Processo Clínico Eletrónico. [26](#), [27](#)
- BD** Base de Dados. [10](#), [18](#), [33](#), [38](#)
- BI** Business Intelligence. [vii](#), [ix](#), [xi](#), [xiii](#), [7](#), [17](#), [18](#), [49–51](#), [66](#), [74](#)
- CHP** Centro Hospitalar do Porto. [vii–x](#), [1–5](#), [7](#), [13](#), [25](#), [32](#), [49–51](#), [59](#), [66](#), [67](#), [70](#), [71](#), [73–76](#)
- CSS** Cascading Style Sheets. [37](#)
- DCMI** Dublin Core Metadata Initiative. [19–21](#)
- DICOM** Digital Imaging and Communications in Medicine. [27](#)
- DIS** Department Information System. [26](#)
- DM** Data Mining. [18](#)
- DSR** Design Science Research. [viii](#), [x](#), [xiii](#), [6](#), [29–32](#), [49](#), [74](#)
- EIF** Fundo Europeu de Investimento. [20](#)
- ES6** ECMAScript 6. [37](#)
- ETL** Extraction, Transform and Loading. [17](#)
- FIPA-ACL** Foundation for Intelligent Physical Agents - Agent Communication Language. [26](#)
- HL7** Health Level Seven International. [20](#), [27](#)
- HTML** Hypertext Markup Language. [22](#), [35](#), [37](#)
- HTTP** Hypertext Transfer Protocol. [34](#), [36](#)
- IBM** International Business Machines Corporation. [33](#), [43](#)
- ICD-9** International Classification Diseases 9 Revision. [27](#)
- IDS** Integrated Data Store. [32](#)
- IEEE** Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrónicos. [19](#)

- IM** Informática Médica. 2, 3, 25
- IU** Interface de Utilizador. 38
- JSON** JavaScript Object Notation. 36, 52
- JSX** Jakarta Stock Exchange. 37
- LCIM** Levels of Conceptual Interoperability Model. 20
- LIS** Laboratory Information System. 26
- MCDT** Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica. 26
- MIT** Instituto de Tecnologia de Massachusetts. 43
- PCE** Processo Clínico Eletrónico. 14
- POC** Prova de Conceito. 29, 40, 41, 69
- QUEL** Query language. 33
- REST** Transferência Representacional de Estado. xiii, 34, 35
- RIS** Radiology Information System. 26
- RSE** Registro de Saúde eletrónico. 14
- SAD** Sistemas de Apoio à Decisão. 15, 16
- SAM** Sistema de Apoio Médico. 14
- SAPE** Sistema de Apoio à Prática de Enfermagem. 14
- SCH** Sistema Clínico Hospitalar. 14
- SEQUEL** Structured English Query Language. 33
- SGBD** Sistema de gestão de base de dados. 32, 33
- SGBDR** Sistema de Gestão de Bases de Dados Relacionais. 34
- SI** Sistemas de Informação. xiii, 9, 10, 12, 67
- SIH** Sistemas de Informação Hospitalar. vii, 2, 6, 11–13, 25, 73–75
- SMA** Sistema Multi-Agente. 25, 26, 28
- SOAP** Simple Object Access Protocol. 34
- SONHO** Sistema Integrado de Informação Hospitalar. xiii, 13, 14
- SQL** Structured Query Language. 20, 33, 34, 52
- SSL** Secure Socket Layer. 34
- SWOT** Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats. viii, xiii, 6, 32, 41, 42, 70
- TAM** Technology Acceptance Model. viii, x, xv, 43, 44, 46, 47, 69, 89

**TI** Tecnologias da Informação. vii, 1, 3, 17, 29, 43, 66, 67, 74

**TRA** Teoria da Ação Racional. 43

**UM** Universidade do Minho. 25

**VCI** Visão Clínica Integrada. 15

**XML** eXtensible Markup Language. 20, 22, 36



---

## INTRODUÇÃO

---

A presente dissertação descreve o trabalho elaborado na exploração de várias formas de visualização, estudo e avaliação de informações em contexto hospitalar. Este projeto foi especificamente desenvolvido para o **CHP** com o intuito de estudar e monitorizar, de forma contínua, as soluções tecnológicas anteriormente implementados, mais em concreto os agentes inteligentes, bem como garantir o bom funcionamento das **TI** nesta instituição de saúde, contribuindo para o sucesso das práticas nela aplicadas. O trabalho é enquadrado na dissertação de mestrado em Informática Médica do Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica da Universidade do Minho.

Durante este capítulo será contextualizado e enquadrado o tema, evidenciando as principais motivações para a sua concretização. Este inclui também as questões de investigação que serviram de fio condutor para o desenvolvimento desta dissertação assim como os objetivos delineados para responder a estas questões. As questões de investigação serão respondidas, no capítulo das conclusões - Capítulo 6, de forma clara e sucinta. Para terminar, a última secção deste capítulo apresenta a estrutura da dissertação, fazendo um breve resumo ao conteúdo de cada um dos capítulos.

### 1.1 ÂMBITO E CONTEXTUALIZAÇÃO

Por volta dos anos 50, após a grande invenção tecnológica ter aparecido, o computador, os profissionais de saúde começaram a despertar o seu interesse em perceber se a mesma seria ou não aplicável à área da saúde e quais seriam as repercussões positivas e negativas desse ato. Desde então, a tecnologia passou por várias transformações e descobertas, desde o armazenamento massivo de dados até às comunicações sem fios, sendo que todas as evoluções se revelaram imprescindíveis para melhorar o dia-a-dia dos profissionais de saúde. A informática, assim como a tecnologia em geral, são gran-



des aliados para os profissionais de saúde e seus pacientes. Pode até afirmar-se que, são os maiores contribuintes para o avanço da medicina, podendo encurtar tempos de espera, aumentar a segurança e eficiência do ato médico e, conseqüentemente, salvar vidas [1] [2].

Na área da saúde, mais do que em qualquer outra, há diariamente uma produção imensa de dados que poderão proporcionar a construção de conhecimento com um potencial esplêndido. Como tal, a necessidade de profissionais, capazes de investigar novas formas de garantir confiabilidade e disponibilidade de informações, sem nunca negligenciar as preocupações inerentes com dados na área da saúde, cresceu exponencialmente. Todas estas circunstâncias fizeram com que surgisse uma nova área de estudo, no início da década de 70, apelidada de **Informática Médica (IM)** [1]. Desde então, a comunidade científica ligada a esta área, assumiu um papel irrevogável na investigação e desenvolvimento de tecnologias que auxiliam e confirmam a tomada de decisões, reduzindo significativamente a ocorrência de erros humanos nas unidades hospitalares.

Surgiram então os primeiros **SIH**, que agora estão implementados na grande maioria das unidades de saúde. Estes sistemas sempre possuíram um objetivo principal bastante bem definido de ajudar o profissional de saúde na tomada de decisão, apoiando e facilitando o seu trabalho através do acesso a informação útil de forma rápida [3] [4] [5].

Os sistemas de informação podem ser desenvolvidos em várias linguagens e por isso são um fator de heterogeneidade entre as instituições levando a um isolamento de informação entre as mesmas e até dentro da mesma instituição. Resultante deste isolamento de informação surge o conceito de interoperabilidade [6] [7]. A interoperabilidade define-se como sendo a capacidade de sistemas escritos em linguagens diferentes comunicarem entre si. Este é, de facto, o grande desafio de toda a comunidade científica, envolvida nos **SIH**, e que induziu à construção de uma plataforma, baseada em agentes inteligentes, a **AIDA** [8] [9]. Um agente inteligente consiste num *software* desenvolvido para executar tarefas de forma automatizada numa determinada rede. Neste caso em específico os agentes executam tarefas direcionadas para a concretização da interoperabilidade das instituições de saúde, mais especificamente, do **CHP**. Rapidamente se percebe que, a monitorização da atividade desses mesmos agentes é algo imprescindível para o bom funcionamento da **AIDA** e conseqüentemente para a continuidade de implementação da interoperabilidade. Este é então o principal objetivo

da presente dissertação, desenvolver uma plataforma de monitorização da atividade destes agentes de forma contínua e em tempo real.

## 1.2 MOTIVAÇÃO

A área da saúde tem sido alvo de grandes juízos o que sugere a elevação dos padrões de excelência e prestígio. Atualmente, há dois objetivos que qualquer instituição de saúde deve ter, são eles a eficácia e eficiência das decisões e das práticas destas provenientes [10]. No entender de toda a comunidade científica envolvida, o cumprimento destes objetivos levará a medicina ao ápice do sucesso, na medida em que as decisões tomadas de forma eficaz e eficiente farão com que os erros humanos diminuam significativamente e conseqüentemente o êxito da instituição aumente exponencialmente [11] [12]. Assentando nestes propósitos, as TI são a ferramenta com o potencial desejado para desenvolver produtos que auxiliem os profissionais de saúde no decorrer dos seus serviços. Assim, as grandes motivações para o desenvolvimento deste projeto de dissertação foram a investigação e o desenvolvimento de uma ferramenta da qual os profissionais, do CHP, possam beneficiar na prática clínica. No entanto, pode dizer-se que a principal motivação foi o facto de o trabalho desenvolvido ter de facto uma aplicabilidade prática e útil, no CHP e em outras instituições que queiram implementar a AIDA, para além de que irá melhorar e descomplicar a vida de outras pessoas e facilitar o trabalho dos profissionais de saúde assim como melhorar todo o processo de atendimento e prestação de cuidados ao paciente.

De facto, desde os primeiros tempos do meu percurso pela Universidade do Minho, percebi que o meu objetivo ao efetuar um Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica seria optar por uma área onde fosse possível fazer uma grande diversidade de trabalhos e que esses fossem, de alguma forma, úteis para a sociedade. Mais tarde, optei pela área de IM pois vivemos num mundo repleto de novas tecnologias que têm tanto de bom como de mau, mas que, na nossa área de ação, são imprescindíveis para aumentar a qualidade de vida das pessoas.

Deste modo, este projeto, elaborado no âmbito da dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Biomédica no ramo de Informática Médica passou por um cuidadoso estudo de requisitos baseados nas necessidades do utilizador assim como do CHP. De acordo com os resultados deste levantamento de requisitos, foi desenvolvida uma solução enunciada no capítulo 4. Este caso de estudo baseia-se no desenvolvimento

de uma plataforma inovadora para a monitorização contínua da atividade dos agentes inteligentes do **CHP**. Esta plataforma é uma aplicação *web* que tem como objetivo garantir o correto funcionamento dos agentes, assim como a rápida deteção da eventual ocorrência de erros na atividade desses agentes.

### 1.3 OBJETIVOS

Tendo em conta as motivações enunciadas na secção 1.2, a presente dissertação teve por base vários objetivos relacionados com a necessidade de desenvolvimento tecnológico que acompanhe as tecnologias implementadas na já referida instituição de saúde, bem como a garantia de manutenção de interoperabilidade que possibilite a necessária troca de informações entre os mais variados serviços. Estes objetivos foram enunciados segundo questões de investigação para que desta forma o processo de resolução tivesse desde logo um fio condutor lógico do início até à meta final. Assim, no contexto deste projeto, surgiram as seguintes questões de investigação:

**Questão 1.** Como se pode garantir um controlo sobre os agentes inteligentes e as suas atividades?

**Questão 1.1.** Qual é o papel de uma plataforma de monitorização de agentes?

**Questão 1.2.** Quais são as funcionalidades imprescindíveis para que a plataforma seja útil?

**Questão 1.3.** Quais são as melhores tecnologias para o desenvolvimento desta plataforma?

**Questão 1.4.** De que forma a implementação desta plataforma melhora a interoperabilidade nas unidades de saúde tais como o **CHP**?

**Questão 2.** Qual é a utilidade e usabilidade desta plataforma de monitorização dos agentes inteligentes?

**Questão 2.1** Quais são as funcionalidades que se tornaram essenciais para o sucesso da plataforma ?

**Questão 3.** De que forma o **CHP** e a sociedade em geral beneficia com a solução desenvolvida?

Para responder a estas questões desenvolveram-se os seguintes objetivos:

- Analisar as tecnologias atualmente implementadas no **CHP**;
- Enumerar a área de intervenção do presente projeto;
- Entender a importância de uma plataforma de monitorização e como esta pode ser desenvolvida, tendo em conta a estrutura dos dados provenientes do **CHP**;
- Analisar as ferramentas de trabalho mais atuais e que melhor se adequam à solução idealizada para que assim se possam cumprir os requisitos técnicos;
- Perceber qual é a melhor estrutura para a plataforma e de que forma esta se pode enquadrar no mundo dos negócios;
- Projetar e desenvolver a plataforma de monitorização de acordo com os vários requisitos de funcionalidades;
- Efetuar uma análise crítica para o presente caso de estudo;
- Aplicar uma prova de conceito ao produto desenvolvido;
- Estudar eventuais alterações e melhorias para implementar no futuro, com o intuito de enriquecer a plataforma e as suas respetivas funcionalidades.

#### 1.4 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente documento está organizado em seis capítulos, sendo eles: Introdução, Estado da Arte, Metodologias de Investigação e Ferramentas de Desenvolvimento, Caso de Estudo - Plataforma de Monitorização da Atividade de Agentes Inteligentes, Prova de Conceito e Conclusões. Estes capítulos contém a seguinte informação:

**CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO:** Durante este primeiro capítulo são apresentadas a contextualização e enquadramento do tema abordado neste projeto, evidenciando as principais motivações, bem como as questões de investigação e os objetivos.

**CAPÍTULO 2 - ESTADO DA ARTE:** O segundo capítulo descreve e define, recorrendo a referências bibliográficas, os conceitos científicos importantes para este projeto, nomeadamente a "Era da informação", as Tecnologias e Sistemas de informação, os

SIH, a interoperabilidade e ainda os sistemas multi-agente tudo isto enquadrado na área da saúde.

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIAS DE INVESTIGAÇÃO E FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO: Neste capítulo é apresentada a metodologia de investigação utilizada ao longo deste projeto, DSR, no desenvolvimento do caso de estudo bem como a metodologia de investigação de Prova de Conceito na defesa da viabilidade e utilidade das ferramentas informáticas. Para finalizar são também apresentadas as ferramentas escolhidas para o desenvolvimento e respetivas razões.

CAPÍTULO 4 - CASO DE ESTUDO - PLATAFORMA DE MONITORIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE AGENTES INTELIGENTES: Neste capítulo é apresentado o caso de estudo de forma detalhada evidenciando as principais funcionalidades, bem como as conclusões e resultados obtidos na sua implementação.

CAPÍTULO 5 - PROVA DE CONCEITO: O quinto capítulo expõe a prova de conceito realizada no caso de estudo. Esta prova foi colocada em prática mediante uma análise SWOT à plataforma desenvolvida bem como um estudo de aceitação da mesma.

CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES: Por último, no sexto capítulo resumiram-se as principais conclusões e contribuições obtidas no caso de estudo, respondendo às questões de investigação expostas no início da dissertação. Foi ainda realizada uma análise minuciosa a fim de compreender qual seria o trabalho futuro para melhorar e enriquecer a plataforma desenvolvida, apresentando algumas propostas.

---

## ESTADO DA ARTE

---

Este é o capítulo onde será exposta uma revisão interpretativa sobre a literatura e o estado da arte para que o leitor seja enquadrado nos conceitos teóricos e científicos que foram considerados essenciais para a compreensão da dissertação.

O capítulo inicia-se na secção 2.1 com uma breve introdução sobre a era da informação e a sua sociedade. No entanto, o grande foco do capítulo 2 são os sistemas e tecnologias de informação associados à saúde e ao ambiente hospitalar em geral, cujas noções serão dadas na secção 2.2. Na subsecção 2.2.1 foi apresentado o estado atual dos sistemas de informação em ambiente hospitalar, em Portugal, nomeadamente no [CHP](#).

A secção 2.3 descreve os sistemas de suporte à decisão clínica assim como a sua relação com a técnica de [BI](#), cuja explicação se encontra na secção 2.4. Por fim, o capítulo encerra-se com a secção 2.5, que se foca no conceito de interoperabilidade de sistemas na área da saúde.

### 2.1 A ERA DA INFORMAÇÃO E SUA SOCIEDADE

Retrocedendo 100 anos e imaginando como seria o dia-a-dia de um cidadão do mundo em geral, não se pensa em alguém a conjeturar que hoje em dia a sociedade seria apelidada de "Sociedade da Informação". De facto, os últimos anos têm sido um marco imensurável para a sociedade em geral com as suas partes positivas e todas as negativas também [13].

Em todas as áreas do conhecimento humano pode-se observar dinamismo e mutabilidade de conhecimentos, perceções e opções, do mundo em geral. A quantidade, rapidez e forma como a informação chega ao público tem originado uma certa revolução no pensamento e conhecimento do ser humano. No entanto, para a humanidade este

não é um acontecimento desconhecido uma vez que a evolução esteve sempre presente na nossa história.

A palavra informação por si só evoluiu na sua designação. Consultando o dicionário da língua portuguesa, a palavra informação designa o ato ou efeito de informar. Hoje em dia, segundo o dicionário digital da língua portuguesa da Porto editora, a informação designa o "conjunto de dados, em princípio imprevisíveis, recebidos do exterior, ou por um ser vivo (especialmente o homem) por intermédio dos seus sentidos ou por uma máquina eletrónica". Note-se que a tecnologia e a "máquina" já constam nesta definição. Isto leva-nos a pensar sobre novos termos que surgiram e necessitam de alguma clarificação, tais como "Tecnologias da Informação" e "Sistemas de informação"[14].

## 2.2 SISTEMAS E TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO NA SAÚDE

Em pleno século XXI, o nosso mundo não é mais do que um grande aglomerado de sistemas complexos conectados entre si.

Qualquer organização precisa das tecnologias e sistemas de informação. Independentemente do setor em que a organização se inclua, esta deve possuir infraestruturas que possibilitem a recolha, armazenamento, processamento e ainda a distribuição da informação de uma forma organizada e coerente [15].

É intrínseco, quando se fala sobre informação, clarificar e distinguir os seguintes termos:

**DADOS:** Dados são a estrutura mais em bruto que existe. Estes podem ser definidos como sendo representações não estruturadas da realidade que relatam [16]. Assim sendo, não são mais do que uma descrição do mundo expressa em elementos ou valores discretos que por si só não tem qualquer significado [17].

**INFORMAÇÃO:** A construção da informação parte da estrutura anterior, os dados. Esta pode ser definida como a interpretação e construção de relação entre diferentes dados, de forma a que estes possuam um significado [17].

**CONHECIMENTO:** O conhecimento provém também da estrutura anterior, a informação. Este é uma interpretação da informação de forma a que esta seja útil para utilização [17].

Assim sendo, a informação de uma determinada instituição deve ser integrada para produzir conhecimento que será disponibilizado ao utilizador para facilitar a sua aprendizagem sobre um determinado assunto [18]. Tudo isto parece muito simples se simplesmente ignorarmos a complexidade e dinâmica de mudança de uma instituição. No entanto, muito do insucesso de algumas instituições deve-se ao desfasamento entre a organização final e aquela para a qual o sistema foi desenvolvido. Para além disso, a falta de aplicação de metodologias, faz deste um processo de evolução muito ténue [19]. Mas, o que é um sistema de informação? Um SI não é mais do que um subsistema sócio tecnológico dentro da organização que coleciona, armazena, processa, transmite e mostra dados, informações ou até conhecimento que este considere relevante [20] [21].

Estas informações deverão estar acessíveis a todos aqueles que podem e pretendem utilizá-las, dentro da instituição [20]. Deste modo, um SI pode-se resumir ao esquema da figura 1 que representa tanto as fases pelas quais o sistema passa como os componentes essenciais para o seu sucesso.

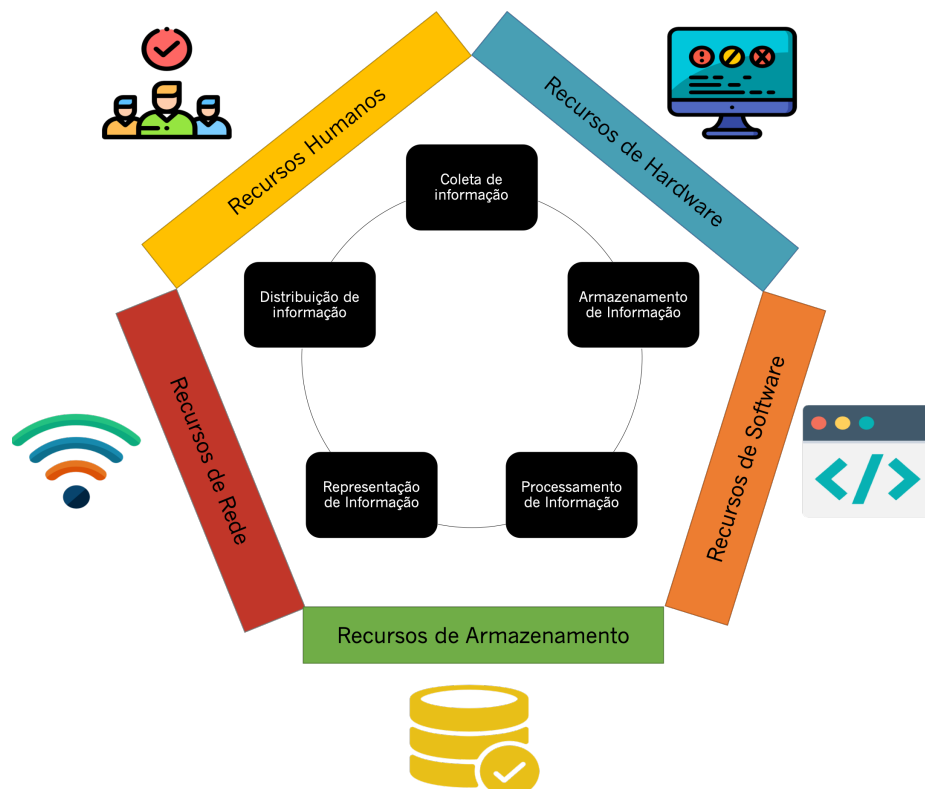


Figura 1.: Esquema elucidativo da estrutura e funcionamento de um SI.



De seguida encontra-se a descrição do ciclo de informação no SI:

RECOLHA DE INFORMAÇÃO: Garante que o sistema tem dados;

ARMAZENAMENTO DE INFORMAÇÃO: Garante o registo dos dados no sistema;

PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÃO: Responde a requisitos de informações para suporte do sistema;

REPRESENTAÇÃO DE INFORMAÇÃO: Permite o esclarecimento das grandes quantidades de dados que estão disponíveis no sistema;

DISTRIBUIÇÃO DE INFORMAÇÃO: Assegura o fluxo de dados no sistema.

Já os recursos utilizados num SI podem ser descritos da seguinte forma:

RECURSOS HUMANOS: Aplicar e adaptar a todas as pessoas um SI;

RECURSOS DE *HARDWARE*: Inclui todo o equipamento físico que opera no sistema. Por exemplo, teclado, processador, entre outros;

RECURSOS DE *SOFTWARE*: Engloba todos os programas que controlam o equipamento físico *hardware*;

RECURSOS DE ARMAZENAMENTO: Base de Dados (BD) onde se encontram guardados todos os dados do SI;

RECURSOS DE REDE: Representa a comunicação realizada entre os componentes do SI em questão.

No setor da saúde, os SI já operam há cerca de 20 anos. Sendo óbvia a mudança desde estes primórdios, desde as metodologias de implementação até à finalidade do sistema, é fundamental fazer-se um ponto da situação analisando de onde viemos e para onde estamos a ir. Assim sendo podemos identificar três finalidades, dentro de uma unidade de saúde, onde os SI já têm um papel sólido e indispensável sendo elas a administrativa, a financeira e ainda a clínica [22]. Os SI estão em constante crescimento e conseqüentemente a eficiência dos cuidados de saúde tem aumentado e os custos associados encontram-se cada vez mais reduzidos, no entanto ainda existe muito trabalho a ser desenvolvido para se atingir a situação ideal.

Nos dias de hoje, as organizações de saúde passam por vários obstáculos impostos pela falta de recursos financeiros. Para além de influenciar os atos dos profissionais de saúde, na medida em que têm de cumprir orçamentos e prazos legalmente puníveis, também impõe pressão e descontentamento nos mesmos. Todos estes obstáculos tornam-se desafios impossíveis quando aliados à crescente exigência do paciente em receber o melhor e mais rápido atendimento clínico, à elevada quantidade de informação disponível e ainda à sua diversidade.

Recriando um processo de internamento e tratamento de um determinado paciente, identifica-se a participação dados:

- Provenientes de diferentes profissionais de saúde;
- Provenientes de diferentes serviços;

Esta variedade faz com que os dados se tornem bastante heterogêneos e a necessidade de sistemas individuais para os diferentes serviços, uma realidade. Estes serviços individuais, por departamento, incluem particularidades que para uns são essenciais e para outros dispensáveis. O grande problema é que muitos destes não possuem características de interoperabilidade.

De forma a alcançar um processo contínuo e unidirecional no tratamento do paciente, estes dados devem ser armazenados e organizados para que mais tarde possam ser consultados e interpretados por qualquer profissional de saúde que interaja com o paciente. Os SIH existem para que todo este processo seja possível quando se multiplicam os dados acima descritos por milhares de pacientes.

Resumindo, os SIH suportam ferramentas que possibilitam a eficiência e a qualidade dos cuidados de saúde ou pelo menos a sua melhoria através da redução da incidência de erros humanos, através do processamento de dados e de informação para produção de conhecimento. É fundamental referir que os SIH não têm o papel de substituir o médico, mas sim ajudar e suportar as suas decisões [23]. Estes podem ser implementados em instituições públicas ou privadas, sendo elas clínicas, farmácias, terapêuticas, entre outros [15].

Assim sendo, grande parte dos problemas destes sistemas é a falta de interação que existe entre os vários sistemas individuais. Daqui provém a utilidade das plataformas de interoperabilidade que estabelecem a comunicação entre os sistemas.

As vantagens do uso de SIH não passam apenas pelos pacientes, apesar de este ser o seu maior foco. Os gestores hospitalares têm, hoje em dia, o trabalho um pouco difícil-

tado devido à competitividade que têm vindo a crescer nos últimos anos e os SI fazem com que os eles consigam uma perceção e interpretação melhorada da informação. No entanto, embora a implementação destes sistemas tenha crescido, esta não está maturada o suficiente para que o objetivo primordial seja cumprido com sucesso. No futuro espera-se que todas as decisões tanto ligadas à saúde como à gestão sejam suportadas por um sistema que tenha em consideração todos os dados e informações. A grande dificuldade para atingir este estágio está na quantidade e diversidade de estruturas, profissionais, atividades e tarefas incluídas no meio hospitalar.

Pensa-se que a solução para todos estes problemas sejam as plataformas de interoperabilidade já referidas.

Posto isto, será oportuno referir que nas próximas secções se clarifiquem conceitos, na secção 2.3 o de sistemas de apoio à decisão, na secção 2.4 o de *Business Intelligence*, e na secção 2.5 o de Interoperabilidade.

### 2.2.1 *Sistemas de Informação Hospitalar em Portugal*

Em Portugal, a evolução das condições hospitalares tem crescido exponencialmente. O primeiro sistema de informação hospitalar foi introduzido nos finais do século XX, aquando a instalação de informação sanitária. Isto revela um certo atraso em comparação com a Europa em geral.

No entanto, este atraso foi tomado como um incentivo para que a evolução fosse mais rápida e consciente, baseada noutros países ou sistemas que foram bem sucedidos. Atualmente, presenciamos uma época em que existem inúmeros SIH nas mais diversas instituições ligadas à saúde.

Em 2009 afirmava-se que a evolução do sistema de saúde português se focava em quatro aspetos distintos e de igual forma importantes:

1. Responsabilidade social e individual do financiamento dos cuidados de saúde;
2. Evolução para um estado garantia;
3. Aposta na centralidade do cidadão;
4. Gestão de mudança dos sistemas de saúde.

Hoje em dia, reparamos que a evolução da sociedade a nível científico, social e económico fez com que muitos dos problemas que existiam no passado se resolves-

sem, mas mais do que isso que novos e mais complexos problemas aparecessem. São exemplos disso o aumento da necessidade de cuidados de saúde proveniente do aumento da esperança média de vida e ainda a maior incidência de doenças crónicas [24].

A unidade de saúde em que se foca o trabalho é o **CHP** e por isso segue-se uma breve contextualização dos **SIH** implementados nesta instituição.

### **SONHO**

O **SONHO** surgiu na década de 90 com a filosofia de que: "um paciente - um número único de identificação". Define-se como sendo um sistema integrado de informação hospitalar que tem como principal objetivo suportar o serviço administrativo hospitalar, foca-se na exibição, geração e arquivo de informações que serão exportadas para fins estatísticos [25] [26].

Este sistema tem uma estrutura bem definida integrando oito módulos, constituindo o modelo apresentado na figura 2:

1. Identificação;
2. Urgência;
3. Consulta externa;
4. Internamento;
5. Bloco Operatório;
6. Hospital de Dia;
7. Arquivo;
8. Faturação.

Com este modelo, pretende-se que todos os critérios de normalização sejam implementados para que o fluxo de pacientes seja controlado e totalmente funcional [27].

O **SONHO** possui atualmente duas versões sendo que a segunda resolve problemas como a interoperabilidade, o controlo de auditorias, eventuais erros da aplicação, entre outros. No entanto, este ainda só foi implementado em cinco instituições: Centro Hospitalar de Leiria, IPO de Lisboa, Hospital Garcia da Orta, Centro Hospitalar do Porto e ainda Hospital da Horta, sendo que a primeira se iniciou em 2016.



Figura 2.: Fluxo de informação segundo o sistema SONHO.

### *Processo Clínico Eletrónico (PCE) e Registro de Saúde eletrónico (RSE)*

No RSE existem três participantes, sendo eles o paciente, os profissionais de saúde e ainda as entidades prestadoras de serviços de saúde. Todos eles têm como objetivo a melhoria na prestação de cuidados de saúde e recorrem ao RSE para registar e partilhar informações entre si [28]. Note-se que cada paciente possui o seu registo eletrónico, onde são guardados dados desde o seu nome até à sua patologia. Este armazenamento é feito de forma organizada, eficiente e acima de tudo segura. Para que a informação flua entre os três intervenientes de forma eficiente, existem estes quatro portais:

**ÁREA DO CIDADÃO:** Destinado ao cidadão para que este registe os seus hábitos ou até episódios de patologias mais recentes na expectativa de melhorar a eficácia do atendimento;

**PORTAL DO PROFISSIONAL:** Plataforma centrada no paciente, mas para acesso dos profissionais de saúde à sua informação clínica;

**PORTAL INSTITUCIONAL:** Portal de gestão em *backoffice* focados em estudos epidemiológicos;

**PORTAL INTERNACIONAL:** Permite que qualquer médico da União Europeia aceda a informação de um determinado paciente.

### *Sistema Clínico Hospitalar (SCH)*

O SCH é um sistema evolutivo na medida em que resulta da junção de dois modelos de aplicações anteriormente utilizadas, o Sistema de Apoio Médico (SAM) e o Sistema

de Apoio à Prática de Enfermagem (SAPE). Visa a uniformização e normalização dos registos através de uma única aplicação, para todos os profissionais de saúde com o objetivo de melhorar os cuidados prestados. Na visão do SNS, toda a informação dos pacientes deve ser registada de igual forma assim como deverá ser consultada por todos os profissionais no mesmo contexto. O Sistema contém dois projetos em desenvolvimento, o **Visão Clínica Integrada (VCI)** e o BI Sclínico Hospitalar.

### 2.3 SISTEMAS DE APOIO À DECISÃO CLÍNICA

Um sistema desta tipologia, tem por base o conhecimento médico para elaborar diagnósticos e auxiliar na tomada de decisão de uma terapia. O grande foco dos **Sistemas de Apoio à Decisão (SAD)** é fornecer ao utilizador, neste caso os profissionais de saúde, recursos que permitem comparar, analisar, simular e apoiar a seleção de alternativas com base em cenários que envolvem inúmeras variáveis. O grande objetivo que têm vindo a melhorar é a redução da incerteza no processo de tomada de decisão [29] [30].

Esta definição nem sempre foi clara uma vez que estes sistemas sofrem constantes evoluções desde os anos 70. Os primeiros sistemas eram definidos como sendo sistemas computacionais interativos que apoiavam o processo de tomada de decisão. Ou seja, estes sistemas funcionavam à base de regras bastante básicas em que através da premissa de causalidade escolhiam a melhor das alternativas considerando as consequências que estas poderiam ter.

Em 1999 Perreault e Metzger afirmaram que os **SAD** deveriam possuir quatro funções principais:

- ADMINISTRATIVA: Devem principalmente suportar toda a codificação e documentação;
- GESTÃO DE COMPLEXIDADE CLÍNICA E DETALHES: Devem armazenar dados de pacientes e gerir os seus encaminhamentos para proliferação de medicina preventiva;
- CONTROLO DE CUSTO: Deve prevenir a execução de exames duplicados ou que não sejam necessários;
- SUPORTE À DECISÃO: Promover as práticas que têm melhores resultados, aliando sempre as condições do paciente.

Desde então, estes princípios básicos têm sido a base para a evolução destes sistemas [31].

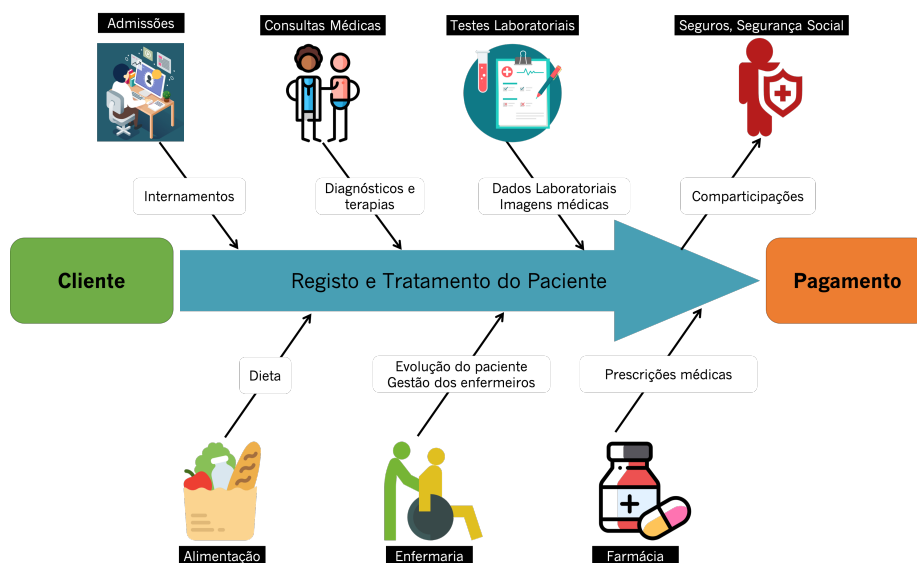


Figura 3.: Fluxo de informação numa instituição de saúde. Adaptado de [32].

Atualmente, existem vários ramos de aplicação dos serviços de apoio à decisão, mesmo se pensarmos apenas no meio clínico existe um SAD para cada especialidade, grupo de pacientes ou até mesmo para uma patologia específica. A implementação destes sistemas torna-se complicada devido à falta de formação dos profissionais de saúde conjugada com a cooperação de todas as especialidades para uma decisão única [30]. Para que um SAD seja útil, todos os pacientes devem ter um registo eletrónico, já descrito na secção 2.2.1, que implica um imenso conjunto de interações representadas na figura 3.

Este processo é crucial para o sucesso do SAD uma vez que este depende da integração dos dados do paciente em questão de forma a que o seu histórico clínico se encontre devidamente mapeado. Para que o sistema tome uma decisão ele requer a aplicação de diferentes tipos de conhecimento que poderão ser obtidos pela recolha de dados do paciente durante todo o processo, conhecimento específico ou até mesmo conhecimento heurístico [33].

É importante referir que, por vezes, não será viável a utilização destes sistemas na saúde uma vez que determinadas situações exigem uma decisão imediata e o acesso à informação não será tão rápido quanto a tomada de decisão de um médico experiente.

Assim sendo, a valorização e o interesse por estes sistemas aumentou exponencialmente devido ao crescente desafio de fornecer os melhores e mais rápidos cuidados de

saúde a baixo custo [34] [35]. Poderá dizer-se que é uma das áreas mais investigada na área da TI e engloba outros conceitos essenciais tais como BI e interoperabilidade.

## 2.4 BI

Em todo o tipo de instituições, o volume de dados resultante da constante recolha é um problema uma vez que para que os dados sejam tratados e interpretados, na esperança de produzir conhecimento, são necessárias várias técnicas de análise de informação. No setor da saúde, a situação é um pouco mais grave devido à constante mudança que faz com que os sistemas de apoio à decisão clínica assim como administrativa necessitem de constante atualização [36] [37].

A utilização de BI poderá ser a solução para estes desafios. Este conceito é bastante recente e até aos dias de hoje não consensual. Um dos conceitos baseia-se na premissa de "data-centric", ou seja, utilizam-se sistemas de BI para combinar dados operacionais com ferramentas analíticas para elaborar informações que sejam úteis nos sistemas de apoio à decisão. A segunda baseia-se no "process-centric" e realça uma importante falha que é a inerente centralização de dados numa determinada organização [37]. Combinando estas duas perspectivas na esperança de se formar uma definição geral e cimentada, BI define-se como um conjunto de ferramentas que são implementadas com o objetivo de transformar dados em informações úteis que irão gerar sistemas de apoio à decisão mais estratégicos e eficazes [36] [38] [39].

Os grandes pontos objetivados pelos sistemas de BI são:

- Elaboração de previsões de fenómenos e tendências;
- Aumento da satisfação do paciente, através de um serviço personalizado, rápido e eficaz;
- Otimização de resultados através da simplificação de problemas;
- Respostas rápidas a perguntas já pensadas;
- Auxílio na gestão de organizações;

Para que todos os objetivos sejam cumpridos, todas as etapas do processo de BI devem ser completadas com distinção. Este processo inicia-se pelo processo *Extraction, Transform and Loading (ETL)* que, tal como o nome sugere trata da manipulação



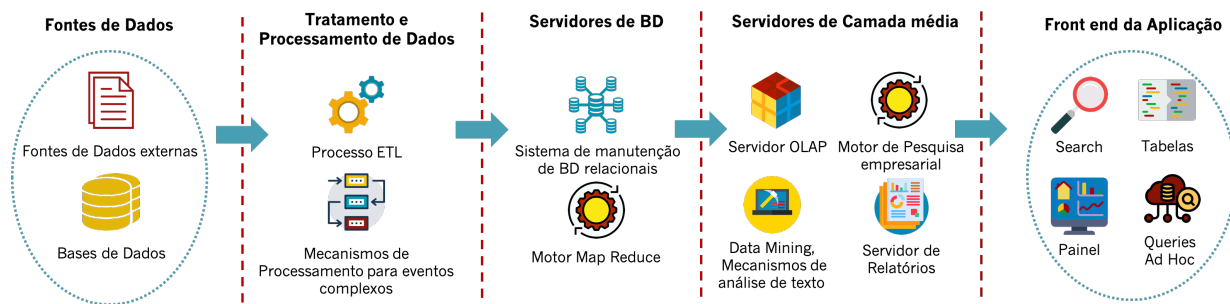


Figura 4.: Arquitetura de um sistema de BI. Adaptado de [39].

e extração dos dados [37] [38] [22]. Uma vez que os dados poderão surgir de várias fontes e com diversas estruturas é necessário fazer uma limpeza e normalização para que depois sejam carregados. Após este carregamento, o *Data Warehousing* contrai a *BD* para armazenar e estruturar os dados para que estes estejam mais facilmente acessíveis para análise. Por fim, ocorre a análise e interpretação que poderão ser executadas com diversas ferramentas (gráficos, *Data Mining (DM)*, relatórios, estatísticas, ...) [40] [41] [42]. Na figura 4 clarifica-se a arquitetura sequencial do processo de BI.

Tal como foi já referido, no setor da saúde, a quantidade de dados é cada vez maior devido à contínua recolha e aplicação de BI é quase inevitável dado a falta de estruturação desses dados. Após a transformação dos dados não estruturados em estruturados estes passam a ser um elemento ao qual se podem aplicar técnicas de *DM* [22]. Algo tão "simples" como a transformação de dados em informação é o fundamental para a evolução da tecnologia e ainda mais, da sociedade. Assim, a utilização destas técnicas pode trazer a todas as instituições vantagens como a diminuição de desperdícios (através da gestão de *stocks*), melhoria do planeamento orçamental, a otimização de processos, a melhoria do atendimento ao cliente, entre outras [22].

## 2.5 INTEROPERABILIDADE

Em qualquer setor da sociedade atual, há dois objetivos muito fortes e determinantes do sucesso: a melhoria do serviço prestado e a redução de custos. Estes objetivos apenas são alcançáveis se aliado ao querer estiverem as tecnologias.

Na saúde, o acesso à informação, de forma rápida e eficaz, poderá ser um fator determinante para a diminuição de erros médicos e conseqüentemente melhoria dos

cuidados prestados. No entanto, por muito desejada que seja essa meta, ainda não foi atingida muito devido à individualidade dos sistemas de informações de saúde. [43] [44].

O facto de cada especialidade ter as suas particularidades e todas terem métodos, processos e até mesmo ferramentas diferentes origina informações heterogêneas e difíceis de conjugar. Daqui se conclui que no setor da saúde a interoperabilidade já não é uma opção, mas sim um requisito [45].

### 2.5.1 Conceito teórico

A agilidade no atendimento a um paciente é determinante para a recuperação do indivíduo. Nesta corrida contra o tempo, um sistema que tenha o histórico do paciente sobre as mais diversas áreas pelas quais já tenha sido consultado, torna-se o melhor amigo. Aqui surge o conceito e importância da interoperabilidade. [46]

A interoperabilidade é um conceito que pode ser aplicado em diversas áreas e por isso cada uma delas terá a sua abordagem e definição sobre o tema. O [Dublin Core Metadata Initiative \(DCMI\)](#) e o [Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos \(IEEE\)](#) descrevem a interoperabilidade como "a habilidade de diferentes computadores redes, sistemas, componentes ou aplicações, de trabalharem com eficácia, de forma a trocarem informações de uma maneira útil, com significado e passível de utilização". Esta definição pode ser completada com a interação e troca de informações entre dispositivos. Assim sendo, pode dizer-se que a interoperabilidade é a capacidade dos dispositivos de *hardware* ou *software* comunicarem e partilharem dados, com precisão, dando uso às informações que daí surgem, operando para combater a heterogeneidade [47] [43] [44] [48] [45].

Muito por causa da sua aplicabilidade a todos os tipos de instituições e ainda a vários níveis da mesma instituição, foi necessário o desmembramento da estrutura de interoperabilidade em diversas camadas. Apesar de grande parte dos autores se cingir a uma estrutura de três camadas (técnica, semântica e organizacional), o Instituto Europeu de Normas de Telecomunicações introduz o conceito de camada de interoperabilidade sintática [49] [50] [45] [51]. Atualmente, as camadas de interoperabilidade são:

**INTEROPERABILIDADE TÉCNICA OU FUNCIONAL:** Engloba questões técnicas das ligações entre os sistemas informáticos. Esta camada é normalmente associada com os compo-

mentes de *hardware* assim como de *software*. Inclui todos os serviços essenciais para a ligação, troca e apresentação de dispositivos, focando-se na segurança de todas estas ações. Esta é a forma mais básica e essencial de interoperabilidade focando-se apenas no transporte seguro entre sistemas e não no seu conteúdo. Pode-se constatar que todas as camadas que surgem depois desta vão depender intrinsecamente dela.

**INTEROPERABILIDADE SEMÂNTICA:** De acordo com o [Fundo Europeu de Investimento \(EIF\)](#) esta interoperabilidade preocupa-se com o significado da informação trocada para que esta seja compreensível para qualquer aplicação. Ou seja, vai certificar-se que o sistema que recebeu a informação lhe dará o mesmo significado do que aquele que a enviou. Este tipo de interoperabilidade é utilizado em padrões mundialmente conhecidos, como [eXtensible Markup Language \(XML\)](#) e [Structured Query Language \(SQL\)](#).

**INTEROPERABILIDADE ORGANIZACIONAL:** Esta tem como função principal a elaboração de planos para organizações que tenham trabalhos que dependam do trabalho em grupo. Devem ser estabelecidos objetivos e modelos que encorajem à troca de informação entre os participantes. Estes planos devem reorganizar a empresa, padronizando as mensagens trocadas dentro da organização.

**INTEROPERABILIDADE SINTÁTICA OU ESTRUTURAL:** Permite que a troca de dados seja formatada no sentido em que os dados devem ser apresentados segundo uma determinada estrutura. Se uma entidade envia a informação com as regras da gramática antiga, a entidade recetora irá receber e ler essas informações segundo as mesmas regras. Em suma, esta interoperabilidade assume a codificação dos dados segundo protocolos como o [Health Level Seven International \(HL7\)](#).

### 2.5.2 Níveis de Interoperabilidade

A resolução do problema da interoperabilidade é algo extremamente complexo que necessita de um modelo absoluto. Na bibliografia existem vários criadores de diversos modelos que classificam os níveis de interoperabilidade. Entre todos destaca-se aquele que foi desenvolvido pelo [DCMI](#), outro desenvolvido por Tolk e Muguira denominado de o [Levels of Conceptual Interoperability Model \(LCIM\)](#) e um último criado por Mykkanen e Toumainen.

Sendo o **DCMI** uma organização de padronização para que a descoberta, partilha e obtenção de informações seja facilitada, a interoperabilidade é fundamental e o modelo por eles criado baseia-se na abstração de dados. Este modelo compreende quatro níveis [45] [52]:

**NÍVEL 1 - DEFINIÇÃO DOS TERMOS PARTILHADOS:** Elaboração do vocabulário de conceitos com definições em linguagem natural.

**NÍVEL 2 - INTEROPERABILIDADE SEMÂNTICA FORMAL:** Baseia-se na utilização de semântica formal, mas não no sentido estrito da palavra. Semântica, neste caso refere-se a relações entre termos e regras para que seja possível obter conclusões automáticas.

**NÍVEL 3 - DESCRIÇÃO CONJUNTO INTEROPERABILIDADE SINTÁTICA:** Este modelo trata a utilização e tratamento de dados pelo **DCMI**. Os dados devem ser estruturados segundo o modelo abstrato desenvolvido, utilizando vocabulário formal.

**NÍVEL 4 - DESCRIÇÃO CONJUNTO PERFIL INTEROPERABILIDADE:** Os dados para além de serem estruturados segundo um vocabulário formal, são limitados por um conjunto de variáveis.

O modelo proposto por Tolk e Muguira visa distinguir os níveis conceituais dos fatores de interoperabilidade de acordo com os níveis de abstração dos dados compartilhados, as implementações tecnológicas e o objetivo subjacente, agrupando-os em sete níveis, apresentados na figura 5 [53] [54]:

Com o aumento do nível de interoperabilidade, a dificuldade da sua implementação aumenta significativamente. Para além disso, os níveis mais altos herdam daqueles que os antecedem algumas características. Assim sendo, a interoperabilidade conceptual é a mais difícil de implementar e possui características de todos os outros níveis, tal como demonstrado na tabela que se segue.

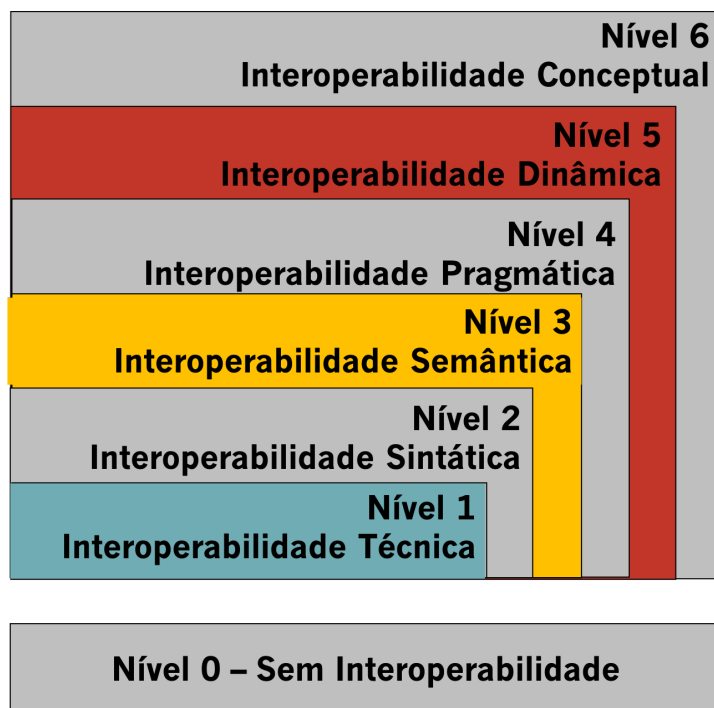


Figura 5.: Modelo criado por Tolk e Mugira. Adaptado de [53].

Tabela 1.: Especificação dos seis níveis de interoperabilidade. Primeiro modelo proposto por Tolk e Mugira

<b>Nível 0</b>	Sem Interoperabilidade	Este nível aplica-se a sistemas totalmente autónomos e sem interoperabilidade. Ou seja, a informação destes sistemas só é partilhada com o utilizador.
<b>Nível 1</b>	Interoperabilidade Técnica	Neste nível estão todos os sistemas que partilham informações a partir da rede, utilizando para isso os protocolos de comunicação mais comum, tais como <a href="#">Hypertext Markup Language (HTML)</a> ou <a href="#">XML</a> .

Tabela 1 continuação da página anterior

Nível 2	Interoperabilidade Sintática	<p>Apenas aplicável a sistemas que partilham informações segundo uma estrutura bem definida.</p> <p>Mesmo que a informação não seja perceptível para o sistema, a sua estrutura é lhe familiar e por isso possível de partilhar.</p>
Nível 3	Interoperabilidade Semântica	<p>Este nível aplica-se a sistemas que já conseguem perceber de que informação se trata, aquando a partilha da mesma.</p> <p>Existe uma tipificação que permite que o valor e significado sejam os mesmos qualquer que seja o sistema de informação.</p>
Nível 4	Interoperabilidade Pragmática	<p>Neste nível englobam-se todos os sistemas para os quais, os métodos e procedimentos aplicados às informações são comuns para todos.</p> <p>Para além de compreenderem a informação, os sistemas de informação percebem também o contexto em que a partilha de informação é efetuada.</p>

Tabela 1 continuação da página anterior

Nível 5	Interoperabilidade Dinâmica	A partir deste ponto, a complexidade dos sistemas é já muito alta, pois neste nível os sistemas já conseguem adaptar-se à mudança do significado das informações sempre que estas acontecem.
Nível 6	Interoperabilidade Conceptual	Para serem detentores do nível mais alto de interoperabilidade, os sistemas devem estar em conformidade com as premissas e restrições do ambiente real. Podem ser implementados, em ambientes diferentes e mantêm-se sempre conscientes do que acontece com seus pares de informação.

Uns anos depois de Tolk e Muguira proporem o modelo anteriormente descrito, Mykkanen e Toumainen propuseram um novo modelo, também com sete níveis de interoperabilidade, mas com uma visão um pouco diferente. O foco principal deste modelo é a localização de um padrão na interoperabilidade assim como a descoberta de alguns aspetos que as normas atuais não tratam [55]. Assim sendo, os níveis tratam de questões do ambiente e das ferramentas implementadas.

### 2.5.3 Interoperabilidade na saúde

Perante um cenário como aquele vivido atualmente, em que a população está envelhecida e os custos assistenciais cada vez maiores, ter as informações do histórico de um determinado paciente instantaneamente em qualquer serviço é uma mais valia tanto para o paciente como para o profissional de saúde [48]. Para que isto seja possível é necessário dar-se um passo em frente para a implementação da interoperabilidade [46].

De facto, a presença dos **SIH** é uma realidade, no entanto eles são bastante independentes o que gera uma dispersão e falta de estruturação e formatação dos dados.

Assim sendo, na **IM** a interoperabilidade é uma questão de grande foco e sobre a qual é essencial a pesquisa e desenvolvimento de um sistema tecnológico de alto nível que permita a interação, de forma eficiente, de todos os **SIH** no sentido de aumentar a qualidade dos cuidados de saúde prestados [8]. A complexidade aumenta ainda mais se se pensar que, ao longo da sua vida, os pacientes poderão visitar diversas instituições onde informações sobre essa visita ficam guardadas. Concluindo, a interoperabilidade é cada vez mais um requisito na área da saúde em vez de uma opção para implementar uma comunicação e cooperação adequadas entre os **SIH** [45].

Com a finalidade de desenvolver o tão desejado sistema tecnológico, a comunidade definiu dois conceitos essenciais para o fluxo de informação numa organização: integração e interoperação. Enquanto que a integração recebe e compila as informações provenientes dos diferentes sistemas, a interoperação trata da comunicação e troca das informações entre eles [56].

Apesar deste desafio ser algo abrangente para toda a comunidade científica, nos últimos anos, o grupo de inteligência artificial da **Universidade do Minho (UM)** dedicou-se à construção de uma plataforma para aceder a todas estas necessidades, **AIDA** [57]. Resumidamente esta plataforma baseia-se em tecnologias multi-agente que permite que diferentes **SIH** interoperem. Para melhor entendimento sobre esta plataforma, na secção que se segue serão discutidos aspetos fundamentais, a sua arquitetura e ainda os seus componentes.

#### 2.5.4 **AIDA**

A plataforma **AIDA** resulta de parcerias de investigação da **UM** com várias unidades de saúde portuguesas, inclusive com o **CHP** [28]. Esta plataforma é constituída por subsistemas, denominados de agentes inteligentes, que são responsáveis por todas as tarefas de comunicação assim como da gestão e armazenamento das informações [45] [58].

Os agentes, em geral, são programas computacionais capazes de atuar de forma independente em nome do utilizador ou até por si mesmos. Um **Sistema Multi-Agente (SMA)**, como aquele em que a **AIDA** se baseia, trata-se de um conjunto de agentes que interagem, por norma utilizando a internet ou uma rede local [59].



Os principais objetivos desta plataforma focam-se em integrar, arquivar e propagar grandes quantidade de dados de forma eficiente, garantir a uniformidade dos sistemas e ainda superar a complexidade demonstrada pelos serviços médicos e administrativos [56] [57]. Para garantir estes três propósitos, a plataforma utiliza as tecnologias de SMA e ainda *Foundation for Intelligent Physical Agents - Agent Communication Language (FIPA-ACL)* [8] [56] [45] [60].

Na figura 6 é esquematizado o modelo da plataforma AIDA, referenciando alguns dos sistemas, processos e serviços nela incluídos.

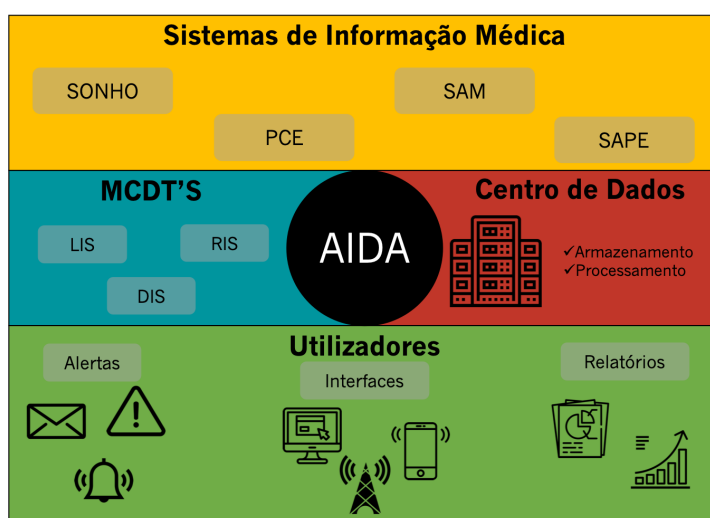


Figura 6.: Modelo conceitual da plataforma AIDA. Adaptado de [60].

Tal como se pode observar, na figura 6, esta plataforma permite a comunicação entre todos os sistemas de informação médica assim como dos Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica (MCDT), (*Laboratory Information System (LIS)*, *Radiology Information System (RIS)* e *Department Information System (DIS)*) através da troca de mensagens executada por agentes inteligentes. Para além disso a plataforma permite a comunicação com os utilizadores através do envio de alertas e/ou mensagens. Pode ainda perceber-se o foco na implementação de registos eletrónicos, conseguido através da Agência para a Interoperação, Difusão e Arquivo de Informação Médica - Processo Clínico Eletrónico (AIDA-PCE). Este é um módulo que permite a organização da informação orientada para os problemas.

Numa análise mais profunda ao [AIDA-PCE](#) compreende-se que este regista a informação clínica de um determinado paciente, desde a sua admissão até ao momento em que tem alta [58].

A [AIDA](#) tornou-se o primeiro grande passo para a passagem do "hospital em papel" para o "hospital eletrónico".

Para a otimização e compatibilidade entre diversas tecnologias é essencial a definição de padrões [55] [60]. Em instituições de saúde há diversos protocolos em utilização ([HL7](#), [Digital Imaging and Communications in Medicine \(DICOM\)](#), [International Classification Diseases 9 Revision \(ICD-9\)](#)), no entanto o mais reconhecido internacionalmente é o [HL7](#). Este foi fundado em 1987 e atualmente tem um papel fundamental na interoperabilidade em instituições de saúde [61].

O [HL7](#) define-se como um conjunto de padrões que definem uma estrutura de mensagens para trocar informações entre várias aplicações hospitalares. Em suma, este é utilizado para que a comunicação entre dispositivos heterogêneos seja efetuada por mensagens. Existem vários modelos de mensagem, cada um com estrutura e campos próprios. Cada mensagem tem sua própria estrutura e é constituída por um acumular de vários segmentos que representam um agrupamento lógico de campos de dados [45] [50] [60].

Cada mensagem [HL7](#) possui os seguintes constituintes : mensagem, segmentos, campo, delimitadores [62] [60].

Ao longo de três décadas várias versões foram desenvolvidas. A versão mais atual - versão 3 - foi desenvolvida para incorporar a interoperabilidade semântica o que significa que trata não só a estrutura, mas também o conteúdo das mensagens [61]. Isto permite que as mensagens possuam sempre informações válidas e consistentes [63].

### *Sistemas Multi-Agentes*

A tecnologia baseada em agentes é uma área de estudo da Inteligência Artificial. O seu principal objetivo é a construção de agentes que tomem decisões autónomas em sistemas com mais do que um agente [64]. Estes agentes devem ter a capacidade de perceber mudanças de estado no ambiente assim como serem capazes de interagir com outros agentes. Para que isto aconteça são necessárias arquiteturas de troca de serviços [56].

Os SMA surgiram para resolver problemas complexos em ambientes dinâmicos. A capacidade de interação e cooperação dos agentes é uma mais valia em ambiente hospitalar, pois levará ao desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão [65] [58].

---

## METODOLOGIAS DE INVESTIGAÇÃO E FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO

---

As questões de investigação levantadas no primeiro capítulo levaram à busca de soluções assim como de metodologias que ajudassem a desenvolver um conteúdo robusto e útil. Claro que, isso envolve uma pesquisa assim como uma análise bastante minuciosa das metodologias e tecnologias existente para que a escolha seja a mais adequada para o desenvolvimento das soluções propostas. Deste modo, este capítulo pretende descrever as metodologias e tecnologias utilizadas ao longo do desenvolvimento do estudo.

A princípio será apresentada a metodologia adotada na dissertação. Deste modo serão encontradas as melhores soluções para atingir os objetivos inicialmente definidos. A consumação deste projeto de dissertação baseia-se na metodologia de pesquisa [DSR](#), vastamente utilizada para a construção e avaliação de soluções úteis e necessariamente rigorosas, na área das [TI](#).

De seguida e uma vez que esta metodologia se apoia noutras tecnologias de pesquisa bastante relevantes, essas também serão descritas neste capítulo. Será importante notar que a escolha dos métodos assim como das ferramentas baseiam-se não só nas vantagens da sua implementação mas também na conformidade com os sistemas relacionados e respetivas limitações. Por fim, e após o desenvolvimento técnico das soluções propostas para os problemas identificados no âmbito da presente dissertação, foi implementada a metodologia de [Prova de Conceito \(POC\)](#). Esta viria comprovar a viabilidade e utilidade das soluções apresentadas bem como a consistência da formulação teórica, baseada na investigação, elaborada à priori.

## 3.1 METODOLOGIA DE PESQUISA - DESIGN SCIENCE RESEARCH

A metodologia **DSR** tem como objetivo primordial o desenvolvimento de artefactos que permitam soluções ideais para os problemas práticos. De facto, a escolha de um método de pesquisa que permita responder aos problemas, ser avaliado pela comunidade científica e ainda evidencie procedimentos que tornem a pesquisa robusta e relevante é uma tarefa árdua e que pode ser atenuada pelo enquadramento metodológico [66] [67].

Desde o início da ciência da computação a comunidade científica envolvida têm vindo a investigar sobre a **DSR**, mesmo que não a apelidassem de tal. Grande parte da investigação inicial focou-se no desenvolvimento de sistemas, mais especificamente na pesquisa cumulativa, que não correspondeu às expectativas de produção de conteúdo de interesse. Isso levou a que novas metodologias fossem descobertas, nas quais a **DSR** está incluída [66] [68].

**DSR** é uma metodologia de processo meticulosa e rigorosa a nível da pesquisa científica cuja definição tem vindo a evoluir desde 1995. A primeira definição formal existente na literatura define o objetivo do Design Research como a tentativa de criar coisas, na área tecnológica, que sirvam para propósitos humanos. Segundo March e Smith, os produtos da criação seriam posteriormente avaliados segundo critérios de valor ou utilidade. Desde então a definição desta metodologia está em constante evolução, sendo que atualmente admite-se que o principal objetivo é a produção e avaliação de objetos e/ou artefactos que permitam que os profissionais processem informações e desenvolvam ações sobre um determinado problema. Esses artefactos devem ser apropriados para que assim respondam a todos os desafios inicialmente propostos de forma a resolver o problema de forma exímia. O artefacto resultante deve ainda constituir uma solução viável e de possível implementação no modelo de negócio em questão. A qualidade, eficácia e utilidade deste devem ser cuidadosamente demonstradas através de métodos de implementação bem executados [67] [68] [69].

O modelo de metodologia **DSR**, bem como as respetivas evoluções e etapas são apresentadas na figura 7.

Em suma, o processo atual tem um fluxo que começa na identificação do problema, passando para a objetivação de soluções, desenvolvimento do artefacto e por fim a demonstração, avaliação e comunicação do mesmo. Assim sendo e tal como mostra no esquema da figura 7, atualmente pode dividir-se este processo em seis etapas [67]:

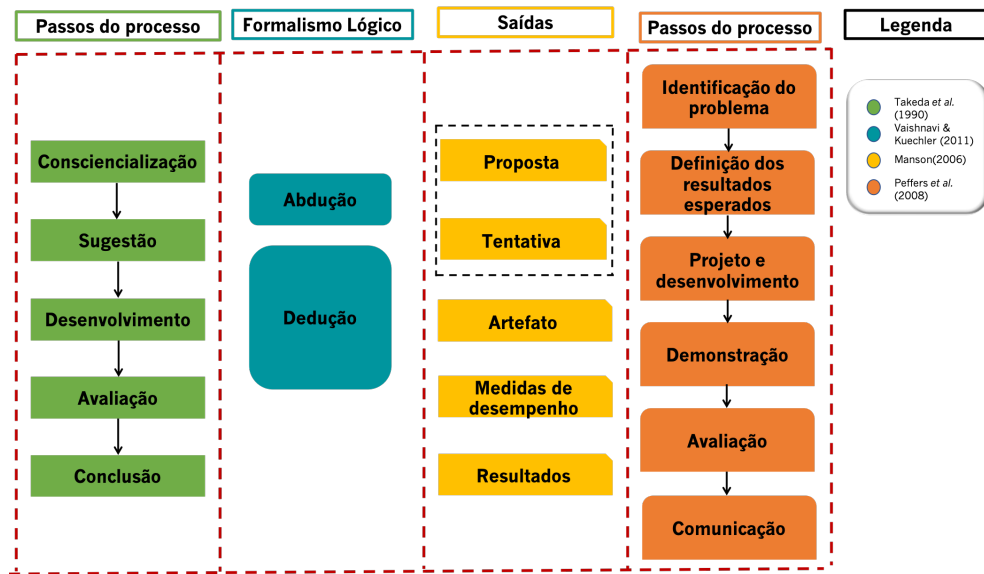


Figura 7.: Evolução do modelo da metodologia DSR. Adaptado de [67].

1. **Identificação do Problema** - Consiste na definição da investigação e justificação do valor que uma solução poderá ter. Esta etapa é de extrema importância pois irá definir o sucesso de todas as seguintes. A perceção do problema e da sua complexidade é vital para o sucesso do artefacto;
2. **Definição dos Resultados Esperados** - Definição dos objetivos para uma solução. Nesta etapa deverão ser postas em causa a viabilidade e possibilidade de implementação das soluções idealizadas. Quanto mais claros e rigorosos forem definidos os objetivos, mais acessível se torna atingir o objetivo;
3. **Projeto e Desenvolvimento do Artefacto** - Criação do artefacto seja ele de que tipo for (construção, método, modelo, entre outros). Esta etapa deve determinar a funcionalidade ideal do artefacto e respetiva arquitetura;
4. **Demonstração** - Elaboração da prova de uso do artefacto para resolver o(s) problema(s) identificado(s). Poderá envolver o uso do artefacto, uma simulação, um caso de estudo ou outra atividade que seja apropriada;
5. **Avaliação** - Observação e medição da eficiência do artefacto para o problema. Nesta etapa devem ser comparados os objetivos de solução propostos com os resultados reais observados no uso do artefacto;

6. **Comunicação** - Comunicação para toda a comunidade alvo do problema inicial e da sua importância, assim como do artefacto elaborado e da sua utilidade, eficácia e relevância.

Na presente dissertação o caso de estudo segue a metodologia **DSR** uma vez que as soluções encontradas segundo os problemas definidos atende às necessidades dos profissionais de saúde do **CHP**, com o fim de apoiar o seu trabalho no dia-a-dia.

Em detalhe, o início do projeto da plataforma de monitorização para a atividade dos agentes inteligentes foi a identificação do problema que neste caso seria a falta de maneiras de controlar a atividade diária dos agentes. Em seguida foi definido o principal objetivo que seria o desenvolvimento de uma plataforma que permitisse a monitorização. Tendo o problema e o objetivo primordial definidos, a próxima fase seria o desenvolvimento da solução. Mais tarde, esta plataforma será avaliada através de uma prova de conceito que inclui uma análise **SWOT** e um estudo de aceitação da mesma. Por fim, na conclusão, foram evidenciadas as mais valias deste projeto.

### 3.2 FRAMEWORKS, BIBLIOTECAS E LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO

#### 3.2.1 Bases de dados

Desde os primórdios da informática que o armazenamento de informação para posterior consulta é um desafio. Por muito simples que possa parecer, as bases de dados são ainda detentoras de uma grande responsabilidade uma vez que o sucesso das operações a que são submetidas poderão determinar a fiabilidade e eficiência de um sistema por completo.

Inicialmente, a única solução que existia era cada programador ou investigador guardar os dados das suas aplicações em ficheiros. Para combater muitos dos problemas que esta prática tinha, em 1963, Charles Bacham lança o **Integrated Data Store (IDS)**, um dos primeiros **Sistema de gestão de base de dados (SGBD)** do mundo baseados num modelo de navegação. Este consistia num conjunto de ficheiros organizados que tinha como principal objetivo retirar responsabilidade da aplicação cliente. Apesar deste sistema resolver muitos dos problemas que avinham do armazenamento em ficheiros locais, continuava a existir um problema por resolver. Na eventualidade da estrutura de dados ser alterada, os programas que utilizavam esses dados necessita-

vam de uma alteração e reestruturação, pois os dados e a aplicação continuavam a não ser componentes totalmente separados [70][71].

Em 1970, Edgar Frank Codd, descontente com esta situação, publicou um artigo cujo título é: “A Relational Model of Data for Large Shared Data Banks” onde descreveu o conceito de modelo relacional. Este modelo permite que os dados sejam independentes da aplicação, o que providencia grande abertura para a remodelação e inovação de arquitetura assim como reutilização dos mesmos. Mais tarde, em 1973, dois cientistas interessaram-se por este modelo relacional e desenvolveram um SGBD denominado de sistema de base de dados assim como uma linguagem de consulta e alteração da base de dados à qual apelidaram de *Query language* (QUEL). Um ano após este avanço, Donald D. Chamberlin e Raymond F. Boyce inspirados também no modelo relacional, desenvolvem uma linguagem semelhante ao QUEL, mas com adição de algumas funcionalidades e que permitiria manipular e obter dados guardados do SystemR (base de dados relacional que a *International Business Machines Corporation (IBM)* estaria a desenvolver no momento). A esta linguagem denominaram *Structured English Query Language (SEQUEL)* ou, em português, Linguagem Estruturada de Consulta em inglês, mais tarde abreviado para *SQL* [71] [72]. Definindo mais especificamente o modelo relacional, este sugere que os dados deverão ser representados com conjuntos de tabelas, que poderão apresentar vínculos entre as mesmas (relacionamentos). Dentro destas tabelas, as colunas estão associadas a chaves previamente estabelecidas da mesma forma que uma chave primária identifica inequivocamente uma linha, sendo que a *BD* é responsável por manter a integridade. A chave estrangeira será por sua vez um atributo que tem valor de chave primária noutra tabela permitindo assim a relação entre tabelas. De seguida, será descrita uma base de dados atual que se baseia num modelo relacional e será utilizada nesta dissertação [71] [73].

#### *Base de Dados Oracle*

Ao longo dos últimos 30 anos a Oracle Corporation tem marcado posição no mercado e procura destacar-se ao adicionar consecutivamente novas funcionalidades ao seu SGBD. Uma base de dados é um conjunto de informações processadas como um todo, com o intuito de guardar e fornecer informações sempre que assim for desejado. O funcionamento desta base de dados passa então por um típico acesso em que o servidor responde afirmativamente caso haja permissão para tal, rejeita se o mesmo não se verificar e ainda é capaz de recuperar se ocorrer um erro [70] [74]. Tal como enunci-



ado anteriormente, a linguagem para gerir e manipular bases de dados relacionais é o SQL e a Oracle Corporation não fugiu a esta tipicidade. Assim sendo, esta linguagem passa a ser utilizada para aceder, gerir e manipular dados armazenados em Sistema de Gestão de Bases de Dados Relacionais (SGBDR) tais como Oracle e MySQL.

### 3.2.2 Web Services - SOAP vs REST

Os *Web Services* poderão ser enunciados como uma das tecnologias que mais contribuiu para a evolução tecnológica. A necessidade de partilhar dados e comunicar entre sistemas e aplicações sempre foi imprescindível e em 1996 apareceu o primeiro, denominado de *Secure Socket Layer (SSL)*, abrindo portas para muitas outras evoluções. Desde então as aplicações e sistemas podem interagir eficientemente por meio de redes para a execução de operações mais complexas. As interações do *browser* com páginas *web* são usualmente efetuadas utilizando o *Hypertext Transfer Protocol (HTTP)*, no entanto esta tecnologia não é bem sucedida na integração de aplicações. Assim sendo, os *web services* utilizam meios de comunicação como o protocolo *Simple Object Access Protocol (SOAP)* e a arquitetura *REST* que oferecem benefícios no âmbito da extensibilidade e interoperabilidade entre as aplicações. Estes dois serviços são de facto os mais utilizados atualmente e diferem entre si pois o *SOAP* define um padrão de protocolo de comunicação para a troca de mensagens realizada em XML entre cliente e servidor, enquanto que o *REST* se refere aos princípios de arquitetura pelos quais os dados podem ser transmitidos [75].

#### SOAP

O SOAP é um protocolo de troca de informações entre plataformas com uma arquitetura não centralizada ou distribuída. A estrutura deste protocolo é bem definida e consiste num ficheiro XML com um envelope que identifica o XML como uma mensagem SOAP, um cabeçalho que identifica a ação, um corpo que integra informações das chamadas e respostas e ainda uma culpa onde constam eventuais erros que possam ocorrer [76] [77].

O protocolo enunciado suporta os seus serviços através do encaminhamento de mensagens segundo uma cadeia de nós. Esta característica, com o aparecimento de novas soluções, tornou-se uma grande desvantagem uma vez que este protocolo torna-se bas-

tante pesado na medida em que cada mensagem passa por uma cadeia de nós que são sempre processados[75] [77].

Este foi de facto o primeiro protocolo usado a grande escala, para conectar serviços da *web*. No entanto, atualmente, quase todo o desenvolvimento de aplicações distribuídas é baseado em princípios REST, descritos de seguida [77].

## REST

A Transferência de Estado Representacional, mais conhecida por REST, é um estilo de arquitetura de *software* que define um conjunto de restrições ou regras a serem aplicados na criação de *web services* que facilitem a comunicação entre sistemas. Os sistemas que seguem todas as regras obrigatórias, *Restful*, dizem-se sem estado o que implica que o cliente e o servidor sejam totalmente independentes na medida em que não precisam de partilhar estados entre si [78] [76] [77].

Na arquitetura REST, os clientes enviam solicitações para manipular recursos e os servidores respondem a essas mesmas solicitações, tal como apresentado na figura 8. Os recursos poderão ser páginas HTML, imagens, vídeos ou até um simples texto.

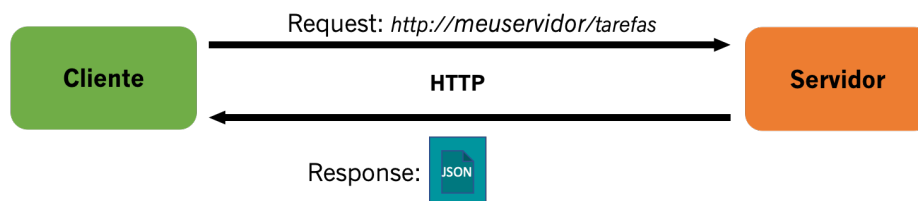


Figura 8.: Esquema simplificado de uma arquitetura REST.

Quando bem implementada, esta arquitetura permite que vários clientes utilizem os sistemas, fazendo solicitações simultâneas, sem que as ações se tornem muito demoradas ou sejam intercetadas por outras ações [79]. Em suma, um servidor REST permite o acesso a recursos que o cliente poderá modificar segundo determinados métodos, enunciados de seguida:

GET - Permite que o cliente consulte o recurso, sem que lhe faça qualquer alteração

POST - Permite criar um novo recurso

PUT - Permite a atualização de um determinado recurso

DELETE - Permite remover um recurso

O facto de utilizar os 4 métodos [HTTP](#) para a criação dos serviços fez com que fosse apresentada como uma arquitetura e não um protocolo. Tal como anteriormente mencionado esta arquitetura é a mais utilizada pois a sua implementação é bastante simples e leve podendo ser associada a qualquer serviço com suporte a [HTTP](#), é bastante flexível na medida em que o recurso pode encontrar-se em vários formatos ([JavaScript Object Notation \(JSON\)](#), [XML](#), ...), eficiente, rápida e ainda escalável [80] [79] [76].

### 3.2.3 Node.js

Ryan Dahl, numa utilização básica do Flickr, uma aplicação para partilha de imagens percebeu que o *browser* não conseguia saber quando o ficheiro estava de facto carregado e por isso tinha de aceder ao servidor *web*. Tal situação despertou o seu interesse em desenvolver algo melhor até que, a meados de 2009, fundou a Node.js em colaboração a Linux Foundation [81] [82] [83], [84].

O Node.js é um ambiente interpretador de Javascript de modo assíncrono, orientado a objetos. Este tem o seu código disponibilizado para toda a população interessada, ou seja é *open source*, e é bastante versátil no que diz respeito às plataformas onde poderá ser executado [82].

O Node.js é baseado no interpretador V8 JavaScript Engine, implementado pelo Google e desenvolvido essencialmente em C e C++. Assim sendo, os principais focos são o desempenho, a escalabilidade e ainda o baixo consumo de memória. Como tarefa primordial poderá dizer-se que o Node.js deve migrar a programação do lado do cliente até ao lado dos servidores de forma múltipla e em tempo real, tudo isto numa máquina única [81] [82].

Em comparação com as técnicas tradicionais de serviço da *web*, onde cada solicitação gera um novo thread, ocupando a RAM do sistema e maximizando a quantidade de RAM disponível, o Node.js opera numa única *thread*, usando E/S não bloqueante. Permitindo que este suporte milhares de conexões simultâneas.

Atualmente o Node.js é bastante utilizado no desenvolvimento de plataformas e foi também o escolhido no âmbito da presente dissertação uma vez que as conexões bidirecionais em tempo real, para além das vantagens anteriormente mencionadas, tornaram-se um parâmetro essencial. Não menos importante para a escolha desta ferramenta foi o facto de o Node.js possuir um conjunto de componentes públicos

reutilizáveis (módulos) que podem ser facilmente acedidos no repositório online e instalados através do comando npm [83] [84].

### 3.2.4 Bibliotecas

#### *React*

React é uma biblioteca JavaScript, criada pelos programadores do Facebook e Instagram, mais especificamente Jordan Walke. Apesar de ser utilizada internamente desde 2011, apenas em 2013 foi lançada como biblioteca *open source*. Desde então a sua definição tem sido bastante conceptual e assenta numa biblioteca JavaScript para construir interfaces de utilizador para aplicação de uma única página. Assim sendo esta é bastante simples e leve, mas lida apenas com a parte da visualização. Para adicionar as várias vantagens primordiais que esta biblioteca tem, ela utiliza ainda a versão mais recente do JavaScript, [ECMAScript 6 \(ES6\)](#), o que aumenta significativamente a sua eficiência [85] [86] [87] [88].

Para utilizar esta ferramenta de forma eficiente deve ter-se por base conhecimentos de [HTML5](#), [Cascading Style Sheets \(CSS\)](#) e JavaScript. Apesar de não utilizar [HTML](#), utiliza o [Jakarta Stock Exchange \(JSX\)](#) que é bastante semelhante [87] [89].

A escolha desta ferramenta pela maioria das aplicações centraliza-se em nove pontos chaves:

1. Facilidade de aprendizagem;
2. Aumento de produtividade através da reutilização de componentes;
3. Desempenho e possibilidade de teste - os módulos do [ES6](#) são facilmente testáveis e podem ser tratados como uma função de estado atual;
4. Renderização rápida - a utilização da DOM Virtual permite que o React crie componentes de estrutura de dados de memória e calcule as alterações e só depois atualize o *browser*;
5. Estabilidade do código - utilizando uma estrutura hierárquica garante que as mudanças que aconteçam nos filhos não afetem os pais;
6. Combinação fácil com outras bibliotecas - as aplicações com um grau de complexidade mais elevado exigem o uso de bibliotecas adicionais para gerir o estado,

redirecionamento, interação com uma interface de programação da aplicação (API), entre outros. A plataforma *web* desenvolvida neste projeto de dissertação é bastante complexa e por isso recorreu-se a muitas outras bibliotecas, tais como: Redux, React router (redirecionamento), Ant design (linguagem de design de **I**nterface de **U**tilizador (IU)), Recharts (biblioteca de construção de gráficos), Axios (troca de informação segura entre a **BD** e a aplicação) e webpack (módulo *bundler* estático para aplicações em JavaScript);

7. Redux - arquitetura adaptada de fluxo e descrita de forma detalhada na secção 3.2.4;
8. Ferramentas poderosas para programadores - existem duas ferramentas muito poderosas, o React Developer Tools e o Redux Developer Tools, ambos extensões que poderão ser instaladas no Chrome e utilizados para inspecionar os componentes dentro da sua hierarquia;
9. React Native - como dizem os criadores React é uma linguagem "*Learn Once write Anywhere*" e esta biblioteca foi também preparada para criar aplicações Android assim como iOS usando o React Native;
10. Quantidade de programadores que usa - sendo uma aplicação bastante popular e utilizada pela maioria das grandes empresas para além da documentação ser muito completa, abre muitas portas para o mundo industrial.

### *Redux*

O Redux, como os criadores o intitulam é um *container* de estado previsível para aplicações em JavaScript [90]. Ao contrário do que é pressuposto pelos utilizadores, o Redux pode ser utilizado não só com o React, mas com outras bibliotecas de visualização de JavaScript. Em suma pode dizer-se que o Redux é uma ferramenta que gera estados e guarda-os de forma centralizada, na *store*. Desta forma cada componente poderá aceder à *store* e utilizar o estado que precise naquele momento [91].

Esta ferramenta surgiu aquando o desenvolvimento do facebook pois, de fato, apesar de os componentes do React gerirem bem o seu próprio estado, à medida que a aplicação cresce gerir e partilhar esses mesmos estados torna-se uma tarefa exaustiva e nem sempre vingadora. Idealmente, os dados de um componente devem esta ape-

nas nesse componente e, portanto, a partilha de dados entre os componentes irmãos torna-se bastante difícil [92].

Analisando o esquema da figura 9 e imaginando que um estado precisa de ser partilhado desde o fim da árvore, esse mesmo estado terá de ser levado até ao componente pai mais próximo até chegar a um ancestral comum aos componentes que querem partilhar o estado. Isso significa que para além de confuso para quem está a desenvolver a aplicação, existem componentes que vão receber dados que não precisam. Concluindo, uma ferramenta como o Redux tornou-se poderosíssima e quase imprescindível para quem desenvolve aplicações de um tamanho considerável [91][92].

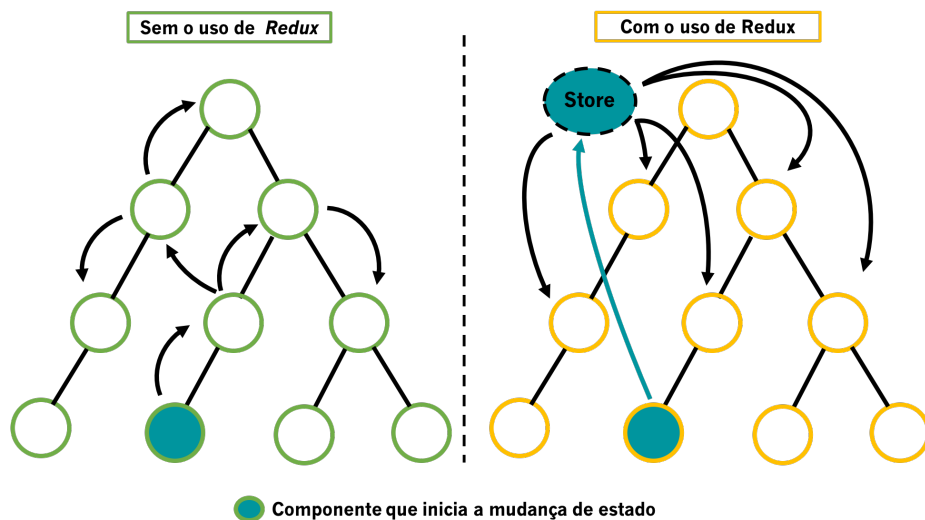


Figura 9.: Esquema de comparação de arquitetura com e sem Redux. Adaptado de [93].

Uma aplicação que implemente Redux apresenta um fluxo de estado unidirecional, em que todo o processo começa com uma ação por parte do utilizador com a intenção de alterar o estado da aplicação. Após desencadear uma ação, os *reducers* são funções puras que assumem o estado atual da aplicação e criam um estado novo de acordo com a ação disputada, retornando-o de seguida para que se torne o estado da aplicação. Quando as aplicações são muito complexas e há necessidade de ter múltiplos *reducers* a agregação é necessária e para isso utiliza-se o *CombineReducers*. O *CombineReducers* é então passado como parâmetro para a *store*. A *store* armazena todos os estados da aplicação e só esta tem permissões para os alterar. Por fim, o *provider* é o componente de ordem mais alta e vincula o Redux ao React. Se devidamente conectada, a *store*

transmite os estados aos componentes que necessitem. Todos os componentes serão agregados em *containers* que contituem a página acedida pelo utilizador [90] [92] [91]. As figuras 9 e 10 ilustram a arquitetura de estados com e sem Redux evidenciando o fluxo de estados do mesmo.

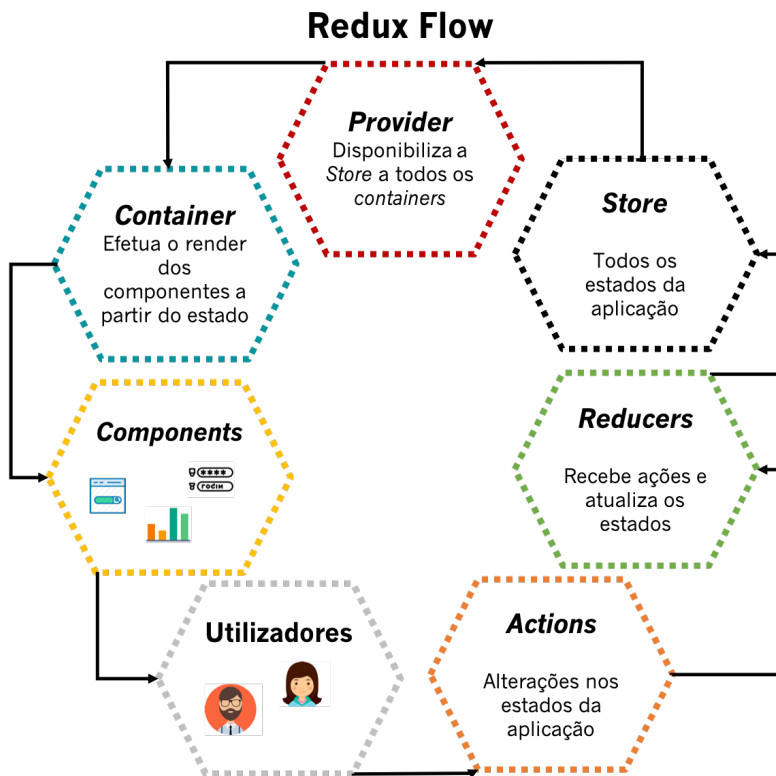


Figura 10.: Fluxo de Estado com Redux. Adaptado de [92]

### 3.3 METODOLOGIA DA PROVA DE CONCEITO

Uma POC deve começar por perceber se há alguém que necessite e que vá utilizar a tecnologia que foi pensada. Assim sendo, esta poderá ser uma das partes mais importantes na conceção e proposta de soluções na área das tecnologias, afinal qual é o interesse de desenvolver algo que ninguém precise ou vá utilizar? Após esta primeira averiguação, todos os projetos devem ser submetidos a um conjunto de testes, num ambiente que não se encontre em produção, antes de ficarem disponíveis para os utilizadores [94].

Este método tem como princípio verificar se o conceito teoricamente proposto poderá ser comprovado através do modelo prático. De forma sucinta, ao aplicar uma POC, serão verificados todos os conceitos, metodologias, tecnologias e ferramentas envolvidas no projeto em questão para que a solução seja validada comprovando a sua viabilidade, utilidade e aptidão. Efetivamente, para lá das competências já assinaladas, a POC tem a capacidade de revelar falhas, ou até mesmo erros, no projeto desenvolvido e ainda validar se o mesmo responde aos requisitos impostos pelo cliente, objetivados no início do projeto [95] [94].

Esta metodologia organiza uma pequena amostra de utilizadores tipo e averigua se os pré requisitos estão, ou não, a ser cumpridos. Desta forma, é possível perceber se o produto desenvolvido é realmente benéfico para a organização onde será implementado, sem correr riscos em ambiente de produção. Como consequência, serão reduzidos ao mínimo custos associados a produtos eventualmente incapacitados para responder às necessidades identificadas.

Em síntese, é aconselhado o uso desta metodologia sempre que seja necessária a demonstração da viabilidade, utilidade e potencialidade de uma solução previamente projetada. Quando corretamente aplicada, será também possível identificar benefícios ou até prejuízos para a instituição. Por tudo isto, a metodologia foi aplicada ao caso de estudo, segundo uma análise SWOT, cujos objetivos serão clarificados na secção 5.1. A aplicação da POC assim como da análise SWOT, deste projeto de dissertação, serão descritos no capítulo 5.

### 3.3.1 Análise SWOT

A sigla SWOT tem como origem 4 palavras provenientes da língua inglesa sendo elas *Strengths* (Pontos Fortes), *Weaknesses* (Pontos Fracos), *Opportunities* (Oportunidades) e *Threats* (Ameaças). Deste modo e tal como os termos base sugerem, esta análise permite avaliar os pontos fortes assim como os pontos fracos, bem como oportunidades e ameaças às quais a solução desenvolvida está exposta [96].

Esta técnica foi creditada a Albert S. Humphrey durante um projeto de investigação algures entre 1960 e 1970. Os investidores desta investigação foram as empresas da *Fortune500*, que consiste numa lista divulgada anualmente que contém as quinhentas maiores empresas dos Estados Unidos, com o intuito de descobrir onde é que o plane-



amento empresarial estaria a errar e ainda desenvolver um novo sistema de gestão e administração [97][98].

Na atualidade, esta técnica passou a ser apresentada como uma ferramenta de planeamento estratégico que visa avaliar tanto o ambiente interno como o externo de um produto ou até mesmo de uma organização. Todo o processo é remetido para uma matriz, facilitando a visualização das características de uma solução para posterior fundamentação de decisões tomadas, evidenciando os seus pontos fortes e fracos, as oportunidades e até mesmo as ameaças. A matriz tem frequentemente o aspeto da que está representada na figura 11.

As quatro partes da raiz devem incluir os seguintes conteúdos:

**PONTOS FORTES:** Clarificação das qualidades e vantagens que o produto em questão apresenta em relação a eventuais concorrentes e que permitiram atingir os objetivos iniciais;

**PONTOS FRACOS:** Enumeração das desvantagens que interferem ou impedem o produto ou organização de alcançar os seus objetivos;

**OPORTUNIDADES:** Esclarecimento das condições ambientais que influenciam positivamente o produto ou organização em análise;

**AMEAÇAS:** Enunciação das condições ambientais que podem comprometer o desenvolvimento do produto ou que pode influenciar negativamente a organização.

	Fatores Positivos	Fatores Negativos
Fatores Internos	<b>S</b> Strengths (Forças)	<b>W</b> Weaknesses (Fraquezas)
Fatores Externos	<b>O</b> Opportunities (Oportunidades)	<b>T</b> Threats (Ameaças)

Figura 11.: Matriz da análise SWOT. Adaptado de [97]

Analisando a figura 11 de forma sucinta pode afirmar-se que os fatores positivos são todos aqueles que contribuem de forma incremental para atingir os objetivos inicial-

mente propostos e estes posicionam-se do lado esquerdo da matriz. Por outro lado, os fatores negativos são aqueles que de alguma forma prejudicam a evolução e por isso são vistos como adversidades. Estes dois tipos de fatores dividem-se ainda em outros dois, aqueles que só dependem de quem desenvolve ou da organização em questão e por isso são fatores internos e os que são externos à organização e por isso estão fora do nosso controlo, são eles os fatores externos.

### 3.3.2 *Technology Acceptance Model - TAM*

O TAM, em português, Modelo de Aceitação da Tecnologia, surgiu durante o contrato da IBM com o Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), a meados de 1980, com o objetivo de perceber o potencial de aplicabilidade para os novos produtos da marca. O TAM tem o papel de perceber o porquê dos utilizadores aceitarem ou rejeitarem uma determinada tecnologia da informação e como melhorar a aceitação da mesma. Começa exatamente aqui o sucesso de uma TI, aumentar a aceitação inicial, esta pode ser feita através de perguntas diretas sobre a intenção de usar a tecnologia. Os criadores perceberam que se conseguissem saber as intenções dos utilizadores conseguiam moldar a tecnologia e assim aumentar a sua aceitação e utilização [99] [100] [101].

Resumindo o TAM procura perceber a intenção comportamental de um utilizador para utilizar uma nova inovação tecnológica. Este modelo baseou-se numa teoria denominada Teoria da Ação Racional (TRA), uma teoria geral socio-psicológica que se revelou útil para compreender o comportamento humano em vários domínios.

O primeiro modelo TAM, que inicialmente incluiu apenas três fatores, sofreu algumas adaptações e acabou por assentar numa versão que consistia num arranjo estratégico, descrito na figura 12, de cinco variáveis, sendo elas a intenção de uso, utilidade percebida, a atitude de uso, a facilidade de uso percebida e ainda o uso real [99] [100].

Tal como se pode observar na figura 12, o TAM parte de dois pontos primordiais, a utilidade percebida e a facilidade de uso percebida. A utilidade percebida constitui a probabilidade do uso de uma determinada tecnologia aumentar o desempenho e rendimento do trabalho do utilizador. Já a facilidade de uso percebida prende-se por ser a convicção a cerca da facilidade de utilização de uma nova tecnologia, sem qualquer esforço acrescentado [102] [101].

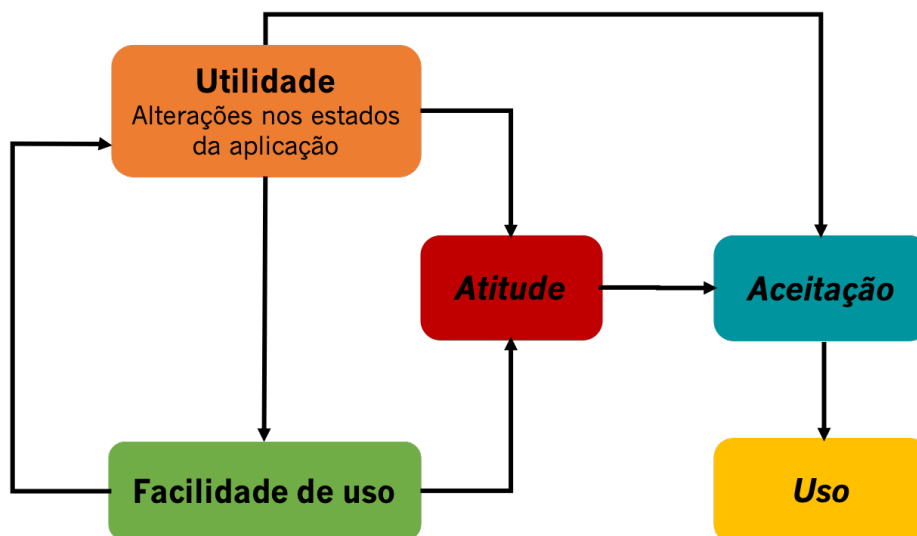


Figura 12.: Primeira versão do modelo de aceitação tecnológica. Adaptado de [102]

Embora o TAM tenha sido amplamente aplicado em várias situações bastante distintas, provando a sua fiabilidade, muitos investigadores consideraram que este se tornara obsoleto e, entretanto, seria necessário adicionar novas variáveis com o intuito de fortalecer o modelo. Até que em 2000, nasceu a extensão desta primeira versão, TAM2 ilustrado na figura 12.

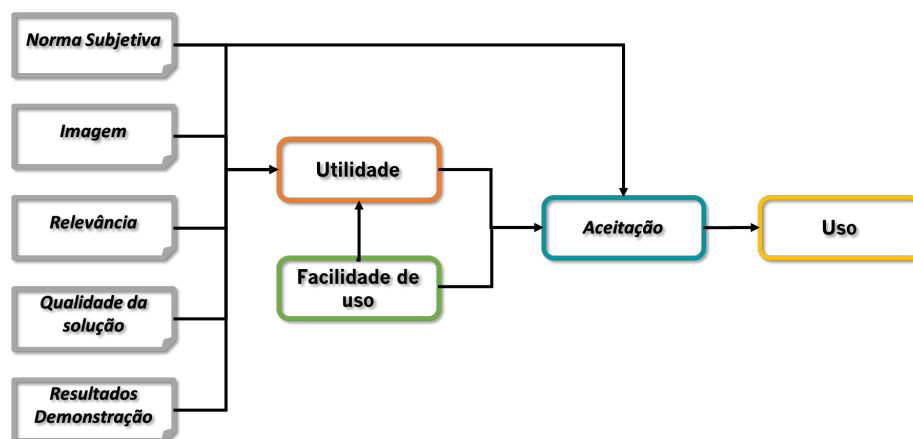


Figura 13.: Segunda versão do modelo de aceitação tecnológica. Adaptado de [99].

Este modelo acrescentou algumas variáveis externas à utilidade percebida, envolvendo processos de influência social (Norma Subjetiva, Voluntariedade e Imagem) e ainda processos cognitivos (Relevância no Trabalho, Qualidade do *Output*, Demonstração

de Resultados e ainda Facilidade de Uso Percebida). No entanto, expeliu variáveis que até então se revelaram úteis, tais como a atitude em relação ao uso da tecnologia.

Ainda mais recentemente, em 2008, Venkatesh e Bala atualizaram esta segunda versão para outra bastante mais complexa, ilustrada na figura 14.

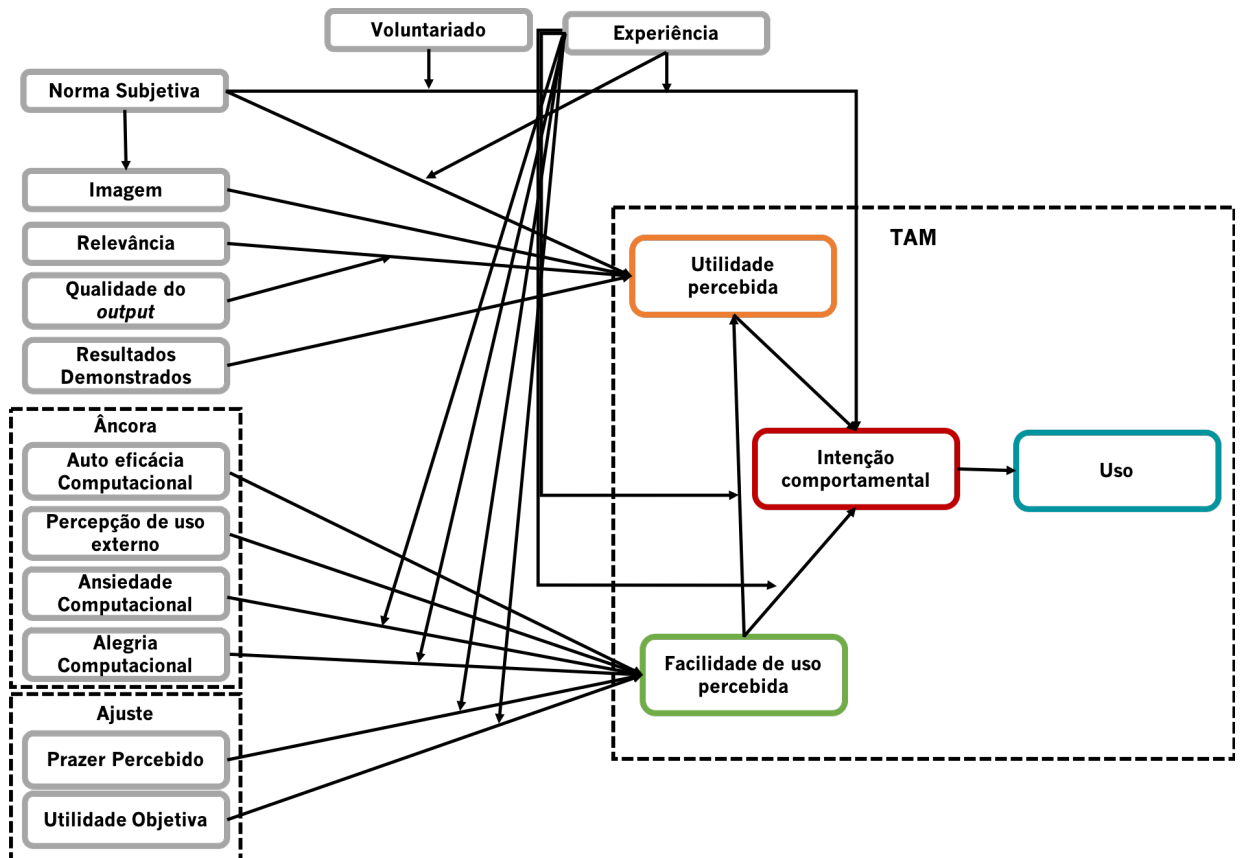


Figura 14.: Modelo mais recente de aceitação tecnológica - TAM<sub>3</sub>. Adaptado de [103]

Focando este modelo na divulgação de todas as variáveis que afetam a utilidade percebida bem como a facilidade de uso percebida chegou-se ao extenso número de treze variáveis iniciais, sendo elas divididas em quatro grupos:

**FATORES QUE INFLUENCIAM A UTILIDADE PERCEBIDA:** Norma Subjetiva, Imagem, Relevância no Trabalho, Qualidade do *output* e Demonstração dos Resultados;

**FATORES QUE INFLUENCIAM A FACILIDADE DE USO PERCEBIDA:** Autoeficácia Computacional, Percepção de Controlo Externo, Ansiedade Computacional e Lucidez Computacional;

**VARIÁVEIS DE AJUSTE:** Prazer Percebido e Utilidade Objetiva;

MODIFICADORES DE INTENÇÃO COMPORTAMENTAL: Experiência e Voluntariedade.

A definição de todos esses constituintes está disponível na tabela 2.

Tabela 2.: Definição dos construtos da TAM<sub>3</sub>

Constituinte	Descrição
Experiência	Experiência prévia que o utilizador possui acerca de uma tecnologia em específico.
Voluntariado	O grau de utilização é considerado voluntário ou de livre-arbítrio.
Norma Subjetiva	O grau que um indivíduo percebe que a maioria das pessoas, importantes para ele, pensam que ele deve ou não usar a tecnologia.
Imagem	O grau que um indivíduo acredita que o uso de uma novidade tecnológica aumentará a sua posição a nível social.
Relevância no Trabalho	O grau que um indivíduo considera que o sistema final é aplicável e vantajoso para o seu trabalho.
Qualidade do <i>output</i>	O grau que um indivíduo acredita que o sistema executa bem suas tarefas profissionais.
Demonstração do Resultado	O grau que um indivíduo crê que os resultados do uso do sistema são observáveis e comunicáveis a terceiros.
Autoeficácia Computacional	O grau que um indivíduo consente ter a capacidade de executar uma tarefa específico, usando o computador.
Percepção de Controlo Externo	O grau que um indivíduo acredita que existem recursos organizacionais e técnicos, para apoiar o uso do sistema
Ansiedade Computacional	A apreensão que um indivíduo demonstra quando se depara com a possibilidade de ter de usar computadores.

**Tabela 2 continuação da página anterior**

Lucidez Computacional	Quantificação do ponto até ao qual o ato de usar um sistema específico é agradável por si só, além de quaisquer consequências de desempenho resultantes do uso do mesmo.
Prazer Percebido	Probabilidade subjetiva que uma pessoa tem de demonstrar algum prazer, na utilização do sistema
Utilidade Objetiva	A utilidade do sistema é definido como a frequência, duração e intensidade das interações de um utilizador com um sistema específico

---

Aplicando todos os conhecimentos sobre a evolução e características das várias versões apresentadas, para o presente projeto de dissertação optou-se pelo TAM<sub>3</sub> pois revelou-se o mais adequado para inovações tecnológicas. Assim sendo e pelo deduzido na literatura, este modelo foi aplicado recorrendo a um questionário, dirigido aos futuros utilizadores do sistema. O questionário elaborado, apresentado no Apêndice A, é composto por várias questões simples, baseadas nos constituintes e determinantes do TAM<sub>3</sub>.



---

## CASO DE ESTUDO I - PLATAFORMA DE MONITORIZAÇÃO DA ATIVIDADE DE AGENTES INTELIGENTES

---

Este capítulo apresenta um caso de estudo que culmina na apresentação de informação ao utilizador sob a forma de um sistema de monitorização. Identificaram-se duas necessidades básicas, ao nível dos agentes inteligentes do **CHP** que se pretende que sejam resolvidas com esta plataforma.

Em primeiro, destaca-se a necessidade de visualizar várias características e propriedades dos agentes inteligentes bem como das suas atividades. Em segundo lugar está a necessidade de gerir e avaliar essa mesma atividade, facilitando a deteção de problemas e consequentemente a diminuição do tempo de resolução desses problemas.

Deste modo, foi desenvolvida uma ferramenta de apoio à decisão que se traduziu numa plataforma *web* de **BI** para monitorizar os agentes inteligentes do **CHP**. Esta plataforma foi desenvolvida segundo a metodologia de pesquisa **DSR**, descrita na secção 3.1 do capítulo 3.

### 4.1 INTRODUÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

No setor da saúde, a quantidade de dados clínicos, com relevância para serem armazenados, tem aumentado exponencialmente, o que levou as instituições de saúde a estarem mais recetivas à adoção de novas tecnologias tais como plataformas de **BI**. Tal como mencionado, a crescente quantidade de dados armazenados deve-se em grande parte à riqueza de informação que estes possuem assim como ao elevado potencial que detêm para a construção de conhecimento. Conhecimento este que poderá trazer melhorias significativas para a evolução e qualidade dos cuidados prestados para o paciente assim como reduzir os custos e otimizar os recursos na prática clínica das instituições.



O **CHP** detetou desde cedo a necessidade de ferramentas de *software* de **BI** e, nos últimos anos, a procura por sistemas deste tipo por parte da instituição aumentou com o simples intuito de melhorar a qualidade dos seus serviços e apoiar os seus profissionais de saúde no processo de tomada de decisão. No seguimento destes objetivos primordiais, surgiu a necessidade indispensável de adoção de sistemas de **BI** para a gestão de custos e recursos.

A implementação de soluções tecnológicas é deveras vantajosa, mas obriga à aquisição de sistemas de monitorização das mesmas para que, desta forma, as falhas sejam extintas e os cuidados prestados cada vez de melhor qualidade. A monitorização de um sistema implica a supervisão, controlo e avaliação do mesmo. Em específico para os agentes inteligentes, a monitorização significa supervisionar, de forma contínua, as suas atividades garantindo que estão a cumprir as normas de funcionamento normal.

Todos os sistemas de monitorização seguem três passos fundamentais a recolha de dados, a análise e a divulgação dos mesmos a todos os interessados. O presente caso de estudo pretende então monitorizar a atividade dos agentes inteligentes bem como detetar erros que estejam a ocorrer e, futuramente, identificar padrões que facilitem a deteção de causas e planeamento de soluções que as possam combater.

#### 4.2 ANÁLISE DE REQUISITOS

O desenvolvimento do presente projeto surge com a necessidade de monitorizar os agentes inteligentes do **CHP**, analisar as suas atividades com o intuito de perceber se possuem o desempenho esperado e ainda detetar de forma oportuna a ocorrência de erros de forma a aplicar medidas imediatas que não prejudiquem o bom funcionamento dos serviços desta instituição. A grande ambição para este trabalho é a simplificação da apresentação de informações para que os profissionais possam fazer uma rápida consulta e tomada de decisão, detendo como consequência o controlo da ocorrência de erros.

Assim, o grande requisito deste projeto é desenvolver uma plataforma dinâmica, interativa e de fácil utilização que permita gerir de forma eficiente os agentes inteligentes, com a finalidade de otimizar as suas atividades.

Por fim, após a análise e esclarecimento do problema base, foram delineados os seguintes requisitos, de acordo com as necessidades do **CHP**:

- Agregação das informações relativas aos agentes do **CHP** e às suas atividades;

- Adoção do melhor tipo de *web service* para estabelecer uma ligação entre o *frontend* e o *backend* da plataforma de BI;
- Criar uma plataforma dinâmica, interativa e intuitiva que incentive os utilizadores ao uso da mesma;
- Disponibilização das informações sob a forma de módulos para facilitar a navegação;
- Construir uma plataforma que detete e identifique rapidamente os erros ocorridos nas atividades dos agentes inteligentes;
- Desenvolver painéis interativos, que proporcionem ao utilizador uma experiência de monitorização rápida e otimizada;
- Criação de tabelas de histórico de atividade em que os campos possam ser pesquisáveis e ordenáveis;
- Apresentar as atividades dos agentes divididas por agente e por servidor;
- Manter o bom funcionamento dos agentes inteligentes para que a interoperabilidade esteja garantida;

### 4.3 ARQUITETURA

A construção de uma aplicação é um processo bastante complexo e que consome muito tempo até que se torne uma aplicação com uma interface sólida e com um sistema apelativo e intuitivo para o utilizador. A plataforma deve ser desenvolvida de forma modular para ser escalável e facilmente remodelável.

A plataforma de monitorização desenvolvida apresenta uma arquitetura, ilustrada na figura 15, aparenta ser bastante complexa mas baseia-se em três componentes principais: a base de dados (onde estão armazenadas as informações necessárias), um *web service* do tipo *RESTful Api* programado em JavaScript (utilizando o interpretador Node.js) e uma interface na parte do cliente acessível por *web browser*, desenvolvida em ReactJS uma biblioteca também ela em JavaScript. As metodologias bem como tecnologias associadas ao desenvolvimento desta plataforma estão descritas no capítulo 3 deste documento.

Pode dizer-se que o ciclo da informação se inicia na base de dados AIDA-SIL (já existente no CHP) e suas tabelas LABACTIVOS e AGENTESLAB. Ambas são detentoras

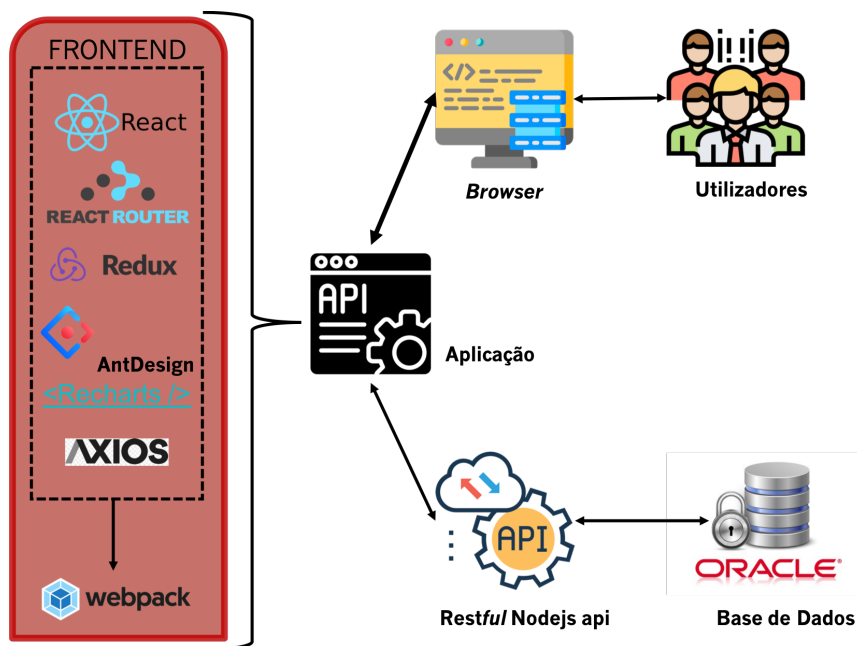


Figura 15.: Arquitetura da aplicação *web* desenvolvida.

de toda a informação base que será tratada e apresentada ao utilizador. Para solicitar essas informações foi criado um *web service* em Node.js. O funcionamento deste é bastante simples e inicia-se com o pedido por parte do cliente, consoante este pedido é realizada uma conexão à base de dados através da chamada `oci_connect`. Após a ligação ser bem sucedida, é possível realizar as *queries*, em **SQL** para que sejam selecionados os dados desejados. Por último, o *web service* transforma os dados obtidos no formato **JSON** e estes são enviados para o cliente.

As razões para a seleção destas tecnologias estão maioritariamente enunciadas no capítulo 3.

Resultante desta arquitetura, surge então a plataforma composta por um menu lateral que dá acesso a quatro módulos, o módulo dos *dashboards*, o módulo das tabelas, o módulo dos agentes e por fim o módulo dos servidores. Este menu é responsivo e com a diminuição da janela de amostra, apenas os icons de cada módulo ficam visíveis. A Figura 16 mostra a visão geral da plataforma *web*. A página inicial constitui o módulo dos *dashboards* e apesar de ser um pouco alta, no início encontram-se as informações mais importantes para que não se torne confuso para o utilizador. Os restantes módulos têm a informação bastante mais detalhada e disponível para análise. É importante referir que todos os gráficos foram efetuados em *Recharts* que facilita a

construção dos gráficos por ser uma combinação do React com o D3 (biblioteca de visualização de JavaScript).

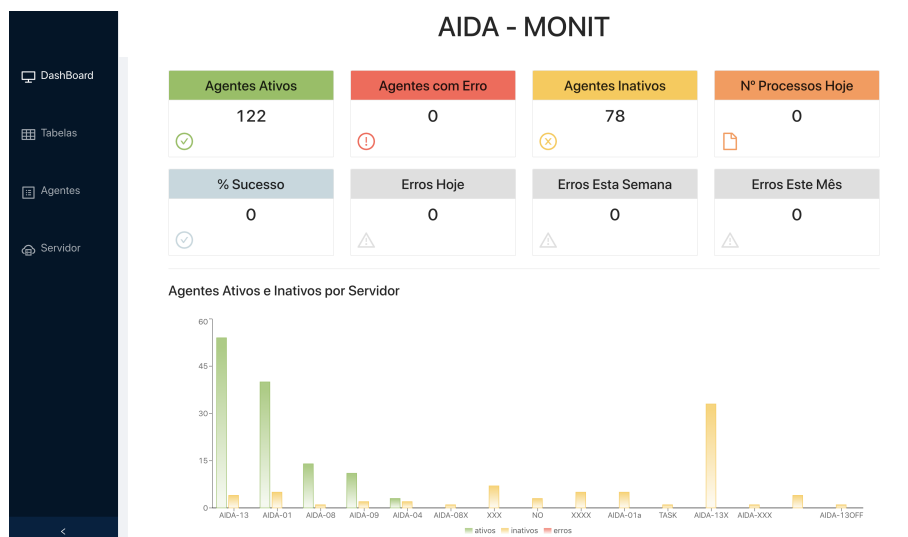


Figura 16.: Visão global da interface da aplicação *web*.

#### 4.3.1 Dashboard Geral

Este módulo apresenta um *dashboard* tipo com toda a informação relevante, previamente tratada. Tal como se vê na figura 17, na parte superior encontra-se o painel geral com oito parâmetros, cautelosamente calculados. Estes revelam, respetivamente, o número de agentes que se encontram ativos, o número dos que se encontram parados devido à ocorrência de erros, o número de agentes inativos, o número de processos efetuados no próprio dia, a percentagem de sucesso das tarefas dos agentes e os erros do presente dia, semana e mês. É importante notar que estes parâmetros estão a ser atualizados a cada cinco segundos para que, na eventualidade de ocorrência de erro, o mesmo seja detetado quase de imediato.

Este painel é responsivo e está adaptado para versão *web* assim como móvel.

Imediatamente abaixo deste painel, encontra-se um gráfico com o número de agentes ativos, inativos e com erros, organizador por servidor. Tal como se pode ver na figura 18, o gráfico apresenta uma barra por cada um destes parâmetros, sendo que as barras contêm um *tooltip* que permite a consulta da quantidade de agentes que cumprem cada requisito parametrizado, bem como o servidor detentor dessas contagens.



Figura 17.: Painel Geral de Informações.

Este gráfico auxilia também na deteção de erros uma vez que, o normal é aparecerem, tal como na figura 17, barras verdes (agentes ativos) e barras amarelas (agentes inativos). Se algum erro ocorrer vai aparecer nesse servidor, uma barra vermelha (agentes com erros). O gráfico é atualizado a cada cinco segundos. Para auxiliar na identificação do agente que está com erros, ao mesmo tempo é gerada uma notificação, no canto superior direito, com uma mensagem de erro que identifica o agente. Esta funcionalidade encontra-se ilustrada na figura 19.

Agentes Ativos, Inativos e C/ Erros por Servidor

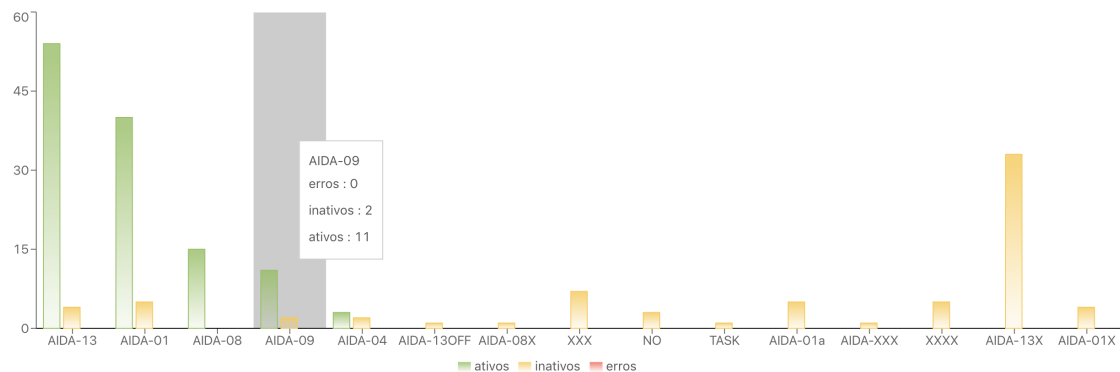


Figura 18.: Gráfico do número de agentes ativos, inativos e com erros por servidor.

Logo de seguida encontra-se o gráfico com o número de agentes alocados por servidor. Na figura 20 podemos observar o referido gráfico, que contém também ele um *tooltip* com o servidor e a contagem dos agentes.

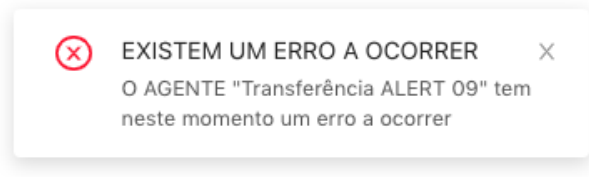


Figura 19.: Notificação gerada aquando a ocorrência de erros.

Agentes Por Servidor

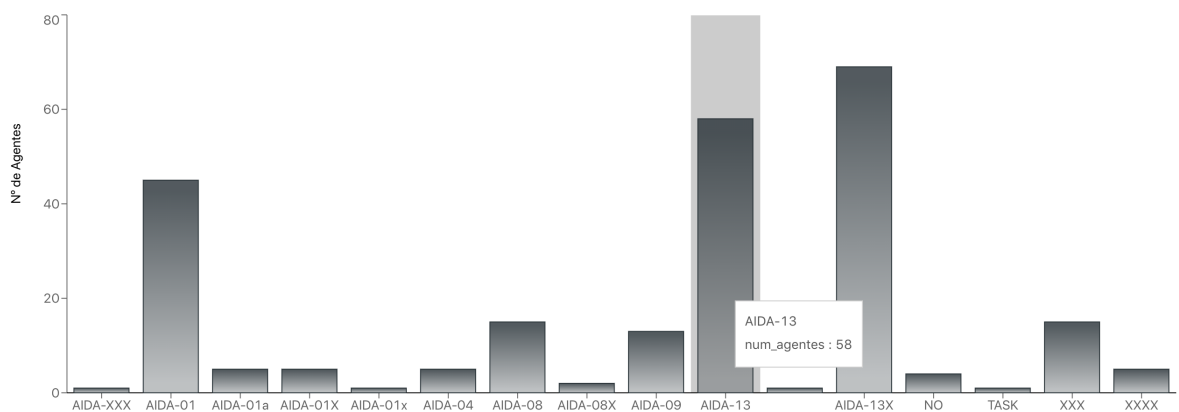


Figura 20.: Gráfico com número de agentes alocados por servidor.

Para terminar os gráficos, ilustram-se ainda a última duração dos 10 agentes mais demorados bem como o número e percentagem de agentes por grupo. Nas figuras 21 e 22 estão ilustrados ambos os gráficos, respetivamente. O primeiro gráfico é atualizado de cinco em cinco segundos enquanto que o segundo apenas é recarregado com o *refresh* da página.

Para fechar o módulo dos *dashboards* é ainda facultada uma linha temporal para as vinte atividades mais recentes bem como para os últimos vinte registos processados. Estas linhas são atualizadas de três em três segundos para se manterem o mais atualizadas possível. Caso ocorra algum erro, a linha correspondente à atividade onde ocorre o erro aparece sublinhada a vermelho. Na figura 23 estão ilustradas as duas linhas temporais, sendo que a dos registos processados encontra-se vazia devido à falta de dados.

Tal como mencionado, este módulo contém a informação apresentada de uma forma bastante compacta para que a leitura seja rápida e eficiente. Desta forma, os profissio-

Top 10 Duração de Atividade

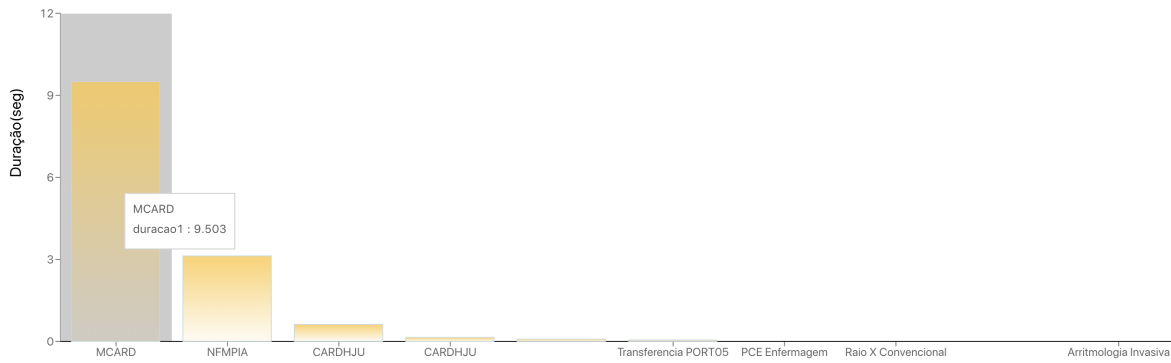


Figura 21.: Ilustração das dez últimas atividades mais demoradas.

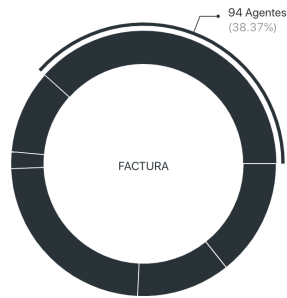


Figura 22.: Número e percentagem de agentes alocados por grupo.

nais não investem o seu tempo a analisar informações se não houver necessidade para tal.

### Atividade Recente

- ▶ 2019-09-11 11:39:48 - Transferência AIDA-09

---

- ▶ 2019-09-11 11:39:45 - Transferência ALERT 09

---

- ▶ 2019-09-11 11:39:44 - Transferencia WS51

---

- ▶ 2019-09-11 11:39:44 - Transferência de pdfs

---

- ▶ 2019-09-11 11:39:44 - Transferência AIDA-08

---

- ▶ 2019-09-11 11:39:40 - Transferencia WS88

---

- ▶ 2019-09-11 11:39:40 - Transferencia WS81

---

- ▶ 2019-09-11 11:39:40 - Transferência ALERT 08

---

- ▶ 2019-09-11 11:39:38 - Transferência para STORAGE

---

- ▶ 2019-09-11 11:39:38 - Transferência PORTINT para AIDA

---

- ▶ 2019-09-11 11:39:38 - Transferência PORTINT para AIDA

---

### Registos Processados

Figura 23.: Linhas temporais de atividades recentes e registos processados.



### 4.3.2 Módulo das Tabelas

O módulo das tabelas serve como “poço de informação”, mostrada ao utilizador sob a forma de tabelas organizadas. Tal como mostra na figura 24, este módulo está dividido em dois separadores.

**AIDA - MONIT**

Agentes    Atividade

**Listagem de Agentes**

ID	Nome	Servidor	Grupo	Localização
907	Transferência TESTE para AIDA	AIDA-13OFF	TRANSFER	\\172.21.200.59\c\$\sil\pedidos\rxu\
906	Transferência ALERT 09	AIDA-09	TRANSFER	c:\sil\alert\
905	Transferência ALERT 08	AIDA-08	TRANSFER	c:\sil\alert\
904	Transferência AIDA-09	AIDA-09	TRANSFER	c:\sil\temp
903	Transferência de pdfs	AIDA-08	TRANSFER	c:\lab01\
902	Transferência CHP-PORTINTO2 para AIDA-13	AIDA-13	TRANSFER	j\
901	Transferência AIDA-08	AIDA-08	TRANSFER	c:\sil\temp
708	PF-Gasimetria	AIDA-01	FACTURA	m:\p4-Gasimetria\
491	Factura O4 e 08	AIDA-08	PROC	c:\
460	Docs	AIDA-13	FACTURA	\\hsa-aida13\c\$\pedidos2\docs\facturas\

< 1 2 3 4 5 ... 25 >

centro hospitalar  
do Porto

Figura 24.: Vista geral do módulo das tabelas.

O primeiro separador tem o título de “Agentes” e contém toda a informação relevante sobre os mesmos. Na figura 25 é ilustrada a tabela dos agentes que contém o ID, o nome, o servidor e o grupo a que pertence e ainda a sua localização. Todos estes campos podem ser filtrados através de um campo de pesquisa inteligente. Há ainda a possibilidade, à exceção do campo localização de ordená-los por ordem, numérica no caso do campo ID e alfabética em todos os outros casos. Tal como ilustrado na figura 25, a pesquisa pode ser efetuada ao carregar na lupa que se encontra no lado direito de cada célula do cabeçalho. É possível fazerem-se pesquisas múltiplas e ajustar a pesquisa tirando campos filtrados que não sejam necessários através do botão “Limpar”. No exemplo da figura 25 filtrou-se todos os agentes do servidor “AIDA-08” do grupo

“TRANSFER”. A aplicação do filtro pode ser feita através do botão “Pesquisar” ou carregando no “ENTER”.

Uma vez que a adição e remoção de agentes não são tarefas muito comuns, esta tabela só é atualizada quando a página é recarregada.

Agentes      Atividade

---

Listagem de Agentes

ID	Nome	Servidor	Grupo	Localização
905	Transferência ALERT 08	AIDA-08	TRAF	c:\sil\alert\
903	Transferência de pdfs	AIDA-08	TRAF	c:\lab01\
901	Transferência AIDA-08	AIDA-08	TRANSFER	c:\sil\temp
491	Factura 04 e 08	AIDA-08	PROC	c:\
63	Agendas Sonho	AIDA-08	PROC	c:\sil\temp\
60	Processos SONHO	AIDA-08	PROC	c:\
59	Juncao	AIDA-08	PROC	c:\
49	Facturacao	AIDA-08	PROC	c:\
39	Relatorios LAB	AIDA-08	PROC	c:\
AR	Agente Arquivo	AIDA-08X	PROC	c:\

< 1 2 >

Figura 25.: Tabela dos Agentes.

No segundo separador encontra-se o histórico de atividades de todos os agentes do **CHP**. Tal como ilustrado na figura 26, esta tabela possui as informações relativas à atividade, tais como o estado em que o agente se encontra no momento (coluna “Ativo”), a data da atividade e a duração da mesma, as vezes em que essa atividade foi bem sucedida e ainda se ocorreram ou não erros. Todos os campos são pesquisáveis e possíveis de ordenar, funções semelhantes às descritas no parágrafo anterior. Para que a tabela se encontre tão atualizada quanto possível esta é atualizada a cada dez segundos. No exemplo da figura que se segue foram filtradas todas as atividades do ano de 2019.

Agentes Atividade

### Histórico geral de Atividade

ID	Nome	Ativo	Data	Duracao (seg)	Sucesso	Erros
903	Transferência de pdfs	1	2019-09-11 12:11:38	0	0	0
917	Transferencia WS51	1	2019-09-11 12:11:38	0	0	0
914	Transferencia WS88	1	2019-09-11 12:11:38	0	0	0
905	Transferência ALERT 08	1	2019-09-11 12:11:38	0	0	0
904	Transferência AIDA-09	1	2019-09-11 12:11:37	0	0	0
906	Transferência ALERT 09	1	2019-09-11 12:11:37	0	0	0
913	Transferencia WS81	1	2019-09-11 12:11:36	0.017	9	0
901	Transferência AIDA-08	1	2019-09-11 12:11:35	0.026	2	0
609	PCE Enfermagem	0	2019-09-11 12:11:29	0.004	33	0
95	Transferência para STORAGE	1	2019-09-11 12:11:28	0.111	22	0

Figura 26.: Tabela do histórico de atividades.

### 4.3.3 Módulo do Agente

O módulo dos Agentes, como o próprio nome sugere, contém toda a informação relevante filtrada por agente. Tal como mostra a figura 27, logo no início da página tem um campo de filtragem, para que o agente pretendido seja selecionado. Para esta funcionalidade pode pesquisar fazendo *scroll* na listagem dos agentes ou então começar a escrever o nome do agente pretendido e depois selecioná-lo. Por exemplo, se o utilizador souber que o agente que procura se trata de uma transferência, pode digitar a palavra e depois escolher a pretendida. Este exemplo pode ser consultado na figura 28.

The screenshot displays the 'AIDA - MONIT' web application. On the left is a dark sidebar with icons for 'Dashboard', 'Tabelas', 'Agentes', and 'Servidor'. The main area has a title 'AIDA - MONIT' and a search filter set to 'Ginecologia'. Below the filter are three tabs: 'Perfil', 'Registos Processados', and 'Dashboard'. The 'Perfil' tab is selected, showing a table with the following data:

Nome	Identificador	Duração média
Ginecologia	15	

Below the table, there are sections for 'Servidor' (AIDA-01a) and 'Histórico de Atividade'. The 'Histórico de Atividade' section has a table with columns for 'Data', 'Sucesso', 'Duração (seg)', and 'Erros Ocorridos'.

Data	Sucesso	Duração (seg)	Erros Ocorridos
2018-05-19 15:51:00	5843	6.849	0

At the bottom right of the main area, there is a logo for 'centro hospitalar do Porto'.

Figura 27.: Vista geral do módulo dos agentes.

Após ser selecionado o Agente pretendido, encontram-se três separadores com informações específicas do mesmo.

O primeiro separador, como ilustrado na figura 29, contém um painel com o nome do agente, o identificador, a duração média das atividades deste agente, o servidor, o grupo e ainda o número de registos processados. No caso da duração média, vai corresponder à duração da última atividade, no caso dos registos processados o campo

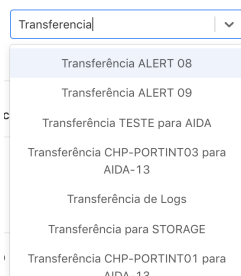


Figura 28.: Seleção inteligente do agente pretendido.

aparece vazio devido à falta de informações. Tudo isto é explicado no parágrafo que se segue.

Nome	Identificador	Duração média
Ginecologia	15	6.849
Servidor	Grupo	Nº Registos Processados
AIDA-01a	UPLOAD	

Histórico de Atividade

Data	Sucesso	Duracao (seg)	Erros Ocorridos
2018-05-19 15:51:00	5843	6.849	0

Figura 29.: Separador do perfil do agente.

Logo abaixo encontra-se uma tabela com o histórico de atividades desse mesmo agente. Esta tabela tem novamente todas as funcionalidades de pesquisa e ordenação e é atualizada de minuto em minuto. Qualquer que seja o agente, a tabela do histórico de atividades vai ter sempre apenas uma linha, uma vez que o *software* dos agentes inteligentes ainda não foi atualizado, a base de dados não contém todas as atividades pois cada agente vai sofrendo um *update* por cada atividade, no entanto a plataforma está preparada para receber as informações provenientes das novas soluções de *software*.

De seguida, o separador dos registos processados foi preparado para receber uma tabela com os registos processados ordenados cronologicamente. Esta tabela deverá

ter a tarefa, a data de agendamento, o estado da tarefa, a data de fim e se a tarefa foi ou não bem sucedida. Infelizmente, esta funcionalidade ainda não foi implementada nos agentes e por isso não existe informação para o povoamento da tabela. Tal como mostra na figura 30 a tabela encontra-se vazia, qualquer que seja o agente selecionado.

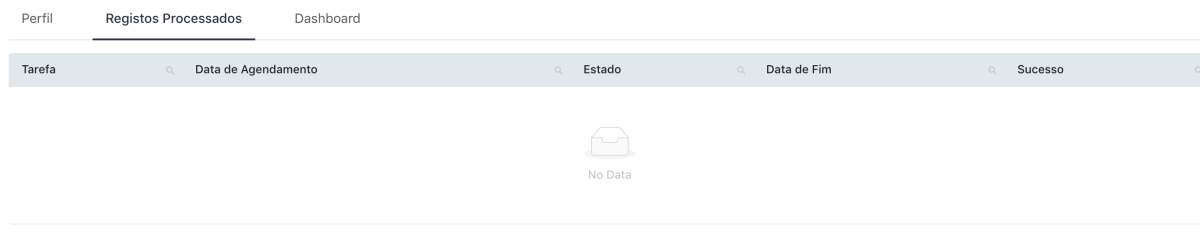


Figura 30.: Separador do registos processados.

Por último, no terceiro separador encontram-se os *dashboards* do agente selecionado. Na figura 31 podemos observar que atualmente apenas aparece a linha temporal com uma ocorrência, devido ao *update* que ocorre na base de dados. Futuramente, com a atualização das tecnologias, novos *dashboards* vão ser criados e colocados neste separador.



Figura 31.: Separador dos *dashboards*.

## 4.3.4 Módulo do Servidor

O módulo do servidor funciona de forma semelhante ao módulo dos agentes. Ou seja, encontra-se no início da página o *select* para que seja escolhido o servidor desejado.

Agente	Código	Grupo
Ginecologia	15	UPLOAD
ORL	13	UPLOAD
Gastroenterologia	12	UPLOAD
Urologia	17	UPLOAD
Broncoscopia	121	UPLOAD

Figura 32.: Vista geral do módulo dos servidores.

Tal como mostra a figura 32, seguido do campo de seleção do servidor encontram-se os dois separadores deste módulo.

O primeiro separador mostra a informação relativa à atividade do servidor, tal como o número de agentes que este possui. Esta informação está disposta em forma painel de informações. Logo em seguida aparece uma tabela onde se encontram as designações dos agentes deste servidor, definindo o nome do agente, o código e ainda o grupo a que pertencem.

O segundo separador contém os *dashboards* com as estatísticas do servidor. Tal como mostra na figura 33. O primeiro gráfico contém o número de agentes ativos, inativos e com erro deste servidor. O segundo gráfico apresenta os cinco agentes mais demorados e respetivas durações em segundos. Por último, apresentam-se ainda o número bem como a percentagem de agentes por grupo alocados no servidor selecionado.

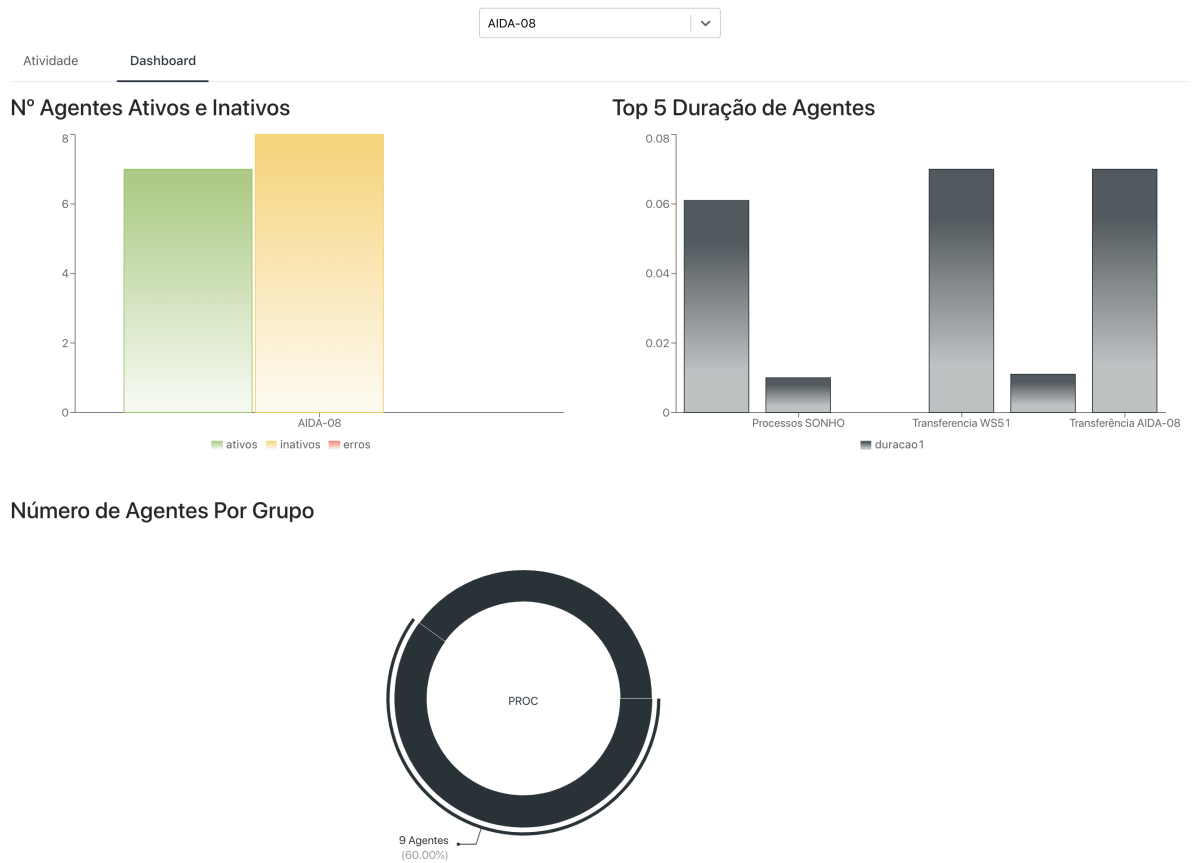


Figura 33.: Separador dos *dashboards* por servidor



#### 4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A solução proposta nesta dissertação fornece, à equipa de gestão das soluções tecnológicas implementadas no CHP, uma plataforma dinâmica e interativa de BI. Deste modo, permite a consulta bem como a gestão da atividade dos agentes inteligentes com a finalidade de monitorizar os processos executados pelos mesmos, melhorando o seu desempenho operacional. A adoção da plataforma de monitorização traz benefícios significativos para a instituição e seus profissionais, tais como:

- Acesso imediato a todas as informações relevantes sobre os agentes inteligentes e suas atividades;
- Ajuda no processo de tomada de decisões críticas através do acesso rápido às informações necessárias;
- Apresentação das informações de forma tratada e objetiva, para que a interpretação seja quase imediata;
- Monitorização e estudo de agentes inteligentes a fim de optimizá-los e, consequentemente, melhorar o seu desempenho;
- Detecção, de forma imediata, de erros que possam ocorrer no momento com o intuito de que a resolução destes erros seja efetuada da forma mais breve possível;
- Garantia da continuidade das tarefas associadas aos agentes, melhorando assim a prestação dos cuidados de saúde.

Em suma o objetivo no futuro é construir indicadores que permitam detetar padrões e construir soluções práticas para otimizar as tarefas e processos realizados pelos agentes inteligentes. Após essa evolução estar concluída, o caminho passa por incentivar o uso desta plataforma bem como de outras semelhantes para analisar os processos hospitalares, bem como aumentar a manutenção de serviços na área de TI do CHP.

#### 4.5 CONCLUSÃO

A área da saúde tem sofrido grandes alterações, os padrões de excelência estão cada vez mais altos e a exigência da prestação de cuidados de forma eximia tornou-se um requisito básico. No entanto, a realidade é que esta é uma tarefa diariamente desafiadora

devido à escassez de recursos físicos e financeiros. Como consequência, o aproveitamento dos recursos disponibilizados tem sido essencial para a melhoria contínua dos cuidados de saúde.

Incluídas nesta evolução estão as **TI**, que necessitam de uma monitorização contínua para que os profissionais de saúde sejam apoiados nas diversas tarefas do seu dia a dia. A monitorização em ambiente hospitalar tornou-se o ingrediente chave para melhorar o atendimento e prestação de serviços hospitalares, através da prevenção da saúde. Ao controlar todos os fatores inerentes às instituições de saúde, tais como tecnologias, práticas clínicas, riscos ambientais, entre outros, é possível identificar fatores de risco e consequentemente desenvolver soluções para os mesmos. Aplicando apenas à área tecnológica, se um sistema for monitorizado, a caracterização do mesmo torna-se um processo bastante mais viável. Deste modo, a identificação das suas vantagens, vulnerabilidades e até mesmo ameaças torna-se imprescindível para a previsão de falhas.

A solução apresentada debate a necessidade destas tecnologias, monitorizando as atividades relativas aos agentes inteligentes do **CHP**. As tecnologias escolhidas para o desenvolvimento desta plataforma foram as mais modernas e adequadas para que a interface criada se tornasse um ambiente de trabalho agradável, intuitivo e interativo. O **REACT** revelou-se uma tecnologia bastante significativa na construção da interface uma vez que contém bibliotecas que auxiliaram o arranjo em termos de *design*, bem como em termos de desempenho devido ao *virtual DOM*.

Concluindo, a elaboração desta plataforma culminou na construção de um ambiente de trabalho, repleto de painéis interativos, gráficos, tabelas e estatísticas para que assim a equipa de **SI** possa consultar e gerir as atividades dos agentes inteligentes. Talvez ainda mais importante, esta equipa poderá observar atempadamente a ocorrência de erros e resolver os mesmos de forma a aumentar o desempenho desta tecnologia. Por último, esta plataforma foi construída a pensar em todos os profissionais de saúde, a sua simplicidade de utilização permite que todos os executivos possam utilizá-la tomando assim as melhores decisões com vista na diminuição de custos sem repercussões negativas na qualidade do serviço da instituição.



---

## PROVA DE CONCEITO

---

Neste capítulo são aplicados os conceitos enunciados na secção 3.3 do capítulo 3 referente às metodologias de investigação e ferramentas de desenvolvimento. Tal como referido nesse mesmo capítulo, na área das tecnologias de informação, qualquer que seja o projeto de desenvolvimento deve ser submetido a avaliações minuciosas antes de serem instalados em produção e facultados aos seus utilizadores. A instalação em ambiente de testes pode ser fundamental para o sucesso da tecnologia desenvolvida pois só assim é possível avaliar corretamente a ferramenta, verificando se cumpre ou não os requisitos iniciais.

Posto isto, foi então efetuada uma **POC** segundo a qual se pretendia comprovar a viabilidade e utilidade da plataforma desenvolvida. Para que fosse comprovada a utilidade real da plataforma foi realizado um questionário individual de investigação, aplicando-se os construtos do **TAM**<sub>3</sub>.

Apesar de ter sido aplicado o referido modelo, nem todos os construtos se revelaram importantes e por isso apenas se aplicaram aqueles que se consideraram relevantes para o projeto em questão. A escolha do questionário de investigação teve por base três razões, é um método de execução direta, é económico e é rápido. Para a escala de respostas foi selecionada a escala de Likert devido à vasta aplicabilidade da mesma em questionários de opinião. Esta escala é bastante curta, o que ajuda na interpretação de resultados, apresentando apenas cinco níveis, dois positivos, dois negativos e um ponto neutro. A descrição dos níveis adotados é:

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

4. Concordo;
5. Concordo totalmente.

Uma vez que ainda não existem resultados suficientes para a construção de conclusões, será apenas demonstrado, no apêndice A, o questionário previamente preparado para o utilizador final. Deste modo, segue-se a análise SWOT da plataforma desenvolvida, na próxima secção.

### 5.1 ANÁLISE SWOT

A teoria aplicada em seguida está clarificada de forma enunciada na secção 5.1 do capítulo 3.

- **Pontos Fortes:**

- Acesso a informações relevantes, sobre os agentes inteligentes, de forma imediata;
- Organização e tratamento da informação de forma resumida e adequada aos gestores de processos do CHP;
- Centralização da informação relativa aos agentes inteligentes;
- Unificação de funcionalidades, relativas à gestão e desempenho dos agentes inteligente, numa só plataforma;
- Facilidade de uso e interatividade entre a plataforma e o utilizador;
- Deteção rápida de eventuais erros que possam ocorrer;
- Manutenção do histórico de atividade dos agentes inteligentes do CHP;
- Arquitetura de fácil manutenção;
- Alta escalabilidade: facilmente se adicionam novas funcionalidades à mesma plataforma;
- Aplicação bastante versátil e simples de adaptar a outras instituições.

- **Pontos Fracos:**

- Dependência da rede interna de *internet* do CHP;
- Complexidade na pesquisa de histórico no que diz respeito a datas;
- Demora no carregamento de informação para os componentes devido à grande quantidade de dados presente nas tabelas da base de dados.

- **Oportunidades:**

- Construção de indicadores que permitam a detecção de padrões e consequentemente construção de soluções que evitem erros tipo;
- Conexão direta com os agentes inteligentes para que na ocorrência de erros estes possam ser corrigidos e relançados, tudo a partir da mesma plataforma;
- Aumentar a qualidade e eficiência da plataforma com a utilização de novas tecnologias;
- Necessidade eminente de monitorizar os agentes inteligentes devido à crescente utilização dos mesmos.

- **Ameaças:**

- Modificação das estruturas e/ou bases de dados que alimentam a aplicação;
- Necessidade de conectividade contínua com a rede do **CHP**;
- Rejeição de novas tecnologias, por parte dos profissionais, devido à eventual entropia que possam causar;
- Concorrência com tecnologias inovadoras que possam aparecer.



---

## CONCLUSÕES

---

Os avanços tecnológicos fizeram com que se criasse um novo termo em informática, *Big Data*. A importância de *big data* na saúde é gigantesca pois, para além da quantidade de dados que cada instituição produz por dia, tudo o que pode ser extraído destes dados é importantíssimo para a evolução da investigação, dos cuidados de saúde, da tecnologia e da sociedade em geral. Ainda mais fundamental é perceber qual é o impacto que essas informações podem ter na gestão das instituições, reduzindo custos, otimizando tempo e melhorando os cuidados prestados aos pacientes.

Apesar de todo este potencial, o aproveitamento e tratamento dos dados é ainda assunto de grandes discussões devido aos desafios que suscita principalmente no que diz respeito à heterogeneidade dos sistemas construídos para lidarem com estes dados. A comunicação e partilha de informações entre sistemas tornou-se de tal forma imprescindível que foi criada uma plataforma, baseada em agentes e serviços inteligentes, para garantir a interoperabilidade dos SIH, a AIDA.

A AIDA é uma plataforma baseada em agentes que tem revelado a necessidade de monitorização dos agentes bem como das atividades que os mesmos executam. O desenvolvimento de uma plataforma que execute essa monitorização de forma contínua e inteligente é o principal objetivo deste projeto de dissertação. Assim sendo, foi criada a AIDA-MONIT que facilita a monitorização e deteção de erros em tempo real. A AIDA-MONIT mostrou-se capaz de fornecer aos profissionais do CHP, as funcionalidades e dados necessários para uma monitorização e deteção de erros de forma eficiente e completa.



## 6.1 CONTRIBUIÇÕES PRINCIPAIS

A concretização deste projeto de dissertação desenvolveu um artefacto criado para a área de **SIH**. Este artefacto é o produto de uma solução estudada e projetada com o objetivo fundamental de desenvolver uma plataforma capaz de corresponder a necessidades específicas dos profissionais de gestão dos sistemas de informação do **CHP**.

Assim sendo, este projeto passou por projetar e desenvolver um artefacto, relacionado com **TI**, baseando o mesmo na metodologia de investigação **DSR** bem como noutras mais específicas para a área e projeto em questão. A escolha das metodologias e ferramentas de desenvolvimento foi a mais acertada e tornou-se fundamental para o sucesso deste trabalho. Esta escolha foi baseada num estudo de adequação das mesmas bem como na comparação das vantagens, desvantagens, limitações e compatibilidade entre si.

**Questão 1.** Como se pode garantir um controlo sobre os agentes inteligentes e as suas atividades?

Com o intuito de conquistar um maior controlo sobre os agentes inteligentes bem como das suas atividade, foi desenvolvida uma plataforma de **BI** para a monitorização dos mesmos. A mesma plataforma foi também utilizada para a deteção rápida de erros com a finalidade de melhorar o desempenho dos agentes.

**Questão 1.1.** Qual é o papel de uma plataforma de monitorização de agentes?

O papel da aplicação desenvolvida é garantir o correto funcionamento dos agentes inteligentes que são responsáveis por várias tarefas em ambiente hospitalar e cuja falha pode causar consequências graves para a instituição de saúde bem como para os seus pacientes. O controlo de erros permite a deteção rápida dos mesmos e consequentemente uma resposta mais rápida.

**Questão 1.2.** Quais são as funcionalidades imprescindíveis para que a plataforma seja útil?

As funcionalidades apontadas como essenciais para o sucesso e utilização da plataforma são as estatísticas de acesso rápido no que diz respeito aos agentes que estão ativos e inativos, a deteção de erros de forma rápida, contagem de erros que ocorrem no dia, semana e mês, separação dos agentes por agentes e por servidor e ainda apresentação de histórico de atividades nas duas situações anteriores.

**Questão 1.3.** Quais são as melhores tecnologias para o desenvolvimento desta plataforma?

Após um estudo sobre as ofertas de tecnologias mais inovadoras presentes no mercado, aquelas que se revelaram mais vantajosas para o desenvolvimento deste projeto foram o React devido ao elevado potencial bem como à capacidade de cooperação com outras bibliotecas, como por exemplo o Redux e o Recharts. Foi ainda escolhido o Node.js para criação do *backend* da plataforma uma vez que a compatibilidade com o React era bastante elevada e a simplicidade de conexão com as bases de dados já existentes igualmente alta. Em suma as duas tecnologias base criaram uma harmonia que facilitou o desenvolvimento de sucesso da plataforma projetada.

**Questão 1.4.** De que forma a implementação desta plataforma melhora a interoperabilidade nas unidades de saúde tais como o **CHP**?

Esta questão engloba o objetivo primordial deste projeto, a melhoria da interoperabilidade entre os **SIH**. Tal como mencionado ao longo deste documento, os agentes inteligentes tratam da interação e comunicação entre os sistemas e por isso o controlo das suas atividades é essencial para a manutenção da interoperabilidade. Se, por ventura, algum destes agentes falhar, a interoperabilidade é desde logo posta em causa o que seria desastroso para a instituição de saúde.

**Questão 2.** Qual é a utilidade e usabilidade desta plataforma de monitorização dos agentes inteligentes?

A solução desenvolvida neste projeto provou a sua viabilidade assim como usabilidade. Através do cumprimento das funcionalidades pretendidas, os utilizadores constataram que a utilização desta plataforma é de facto vantajosa para o seu dia a dia.

**Questão 2.1** Quais são as funcionalidades que se tornaram essenciais para o sucesso da plataforma ?

A plataforma desenvolvida cumpre com os requisitos inicialmente projetados, na medida em que agrega toda a informação relativa aos agentes inteligentes bem como à sua atividade, de forma dinâmica e interativa. Para além disso, é uma plataforma baseada em módulos que permite a filtração e ordenação de informações assim como a deteção rápida de eventuais erros. Em suma, a arquitetura da aplicação permite monitorizar

os agentes inteligentes de forma eficiente, garantindo por isso o bom funcionamento dos mesmos e da interoperabilidade no [CHP](#).

**Questão 3.** De que forma o [CHP](#) e a sociedade em geral beneficia com a solução desenvolvida?

A plataforma desenvolvida comprovou ser bastante benéfica para a sociedade em geral uma vez que possui uma interface intuitiva e de fácil interação que facilita a detecção de erros e auxilia na tomada de decisões por parte dos profissionais. No capítulo [5](#) estão explicitas as razões pelas quais a plataforma foi considerada vantajosa e com alto desempenho no que diz respeito aos problemas projetados.

## 6.2 PROSPEÇÃO DE TRABALHO FUTURO

Hoje em dia, a tecnologia é essencial para todo o processo clínico, desde a admissão do paciente até à avaliação e monitorização do mesmo. Os avanços tecnológicos foram e são imprescindíveis para o aumento da qualidade de vida da sociedade em geral e, cada vez mais, deparámo-nos com o aumento da esperança média de vida bem como da saúde das pessoas.

Com o intuito de continuar este trabalho, cada vez mais se investe em investigação e desenvolvimento de tecnologias que melhorem as interfaces da plataforma [AIDA](#), anteriormente desenvolvida. Consequentemente, essas interfaces estão cada vez mais ricas em conhecimento e intuitivas para o utilizador, o que melhora significativamente o sucesso da plataforma principal. O objetivo é que as interfaces sejam simples e que proporcionem uma experiência tranquila ao utilizador através da exibição de informações na forma de menus, *pop-ups*, tabelas, gráficos, tudo isto organizado em componentes de utilização simples. Tecnologias como o React que apresentam alto desempenho e fácil desenvolvimento são essenciais para este projeto, ainda mais com a recente inovação do Dom Virtual.

A plataforma desenvolvida responde a um dos desafios da plataforma mestre [AIDA](#) e poderia ser enriquecida com a atualização do *software* dos agentes inteligentes bem como na criação de micro serviços que registassem os *logs* e os enviassem para a plataforma para que a monitorização dos agentes, das suas atividades e ainda dos seus erros fosse completada com a correção dos erros e a ativação de agentes. Denota-se ainda

a necessidade de criação de indicadores para deteção de padrões de erro para que a criação de soluções também elas padronizadas e automáticas fosse uma realidade.



---

## BIBLIOGRAFIA

---

- [1] G Wiederhold and LM Fagan. *Medical informatics: computer applications in health care and biomedicine*. Springer Science & Business Media, 2013.
- [2] Robert A Greenes and Edward H Shortliffe. Medical informatics: an emerging academic discipline and institutional priority. *Jama*, 263(8):1114–1120, 1990.
- [3] Arthur L Kellermann and Spencer S Jones. What it will take to achieve the as-yet-unfulfilled promises of health information technology. *Health affairs*, 32(1):63–68, 2013.
- [4] Ross Koppel. Great promises of healthcare information technology deliver less. In *Healthcare information management systems*, pages 101–125. Springer, 2016.
- [5] Kathrin M Cresswell and Aziz Sheikh. Health information technology in hospitals: current issues and future trends. *Future Hospital Journal*, 2(1):50–56, 2015.
- [6] Margunn Aanestad, Eric Montei, Honest C Kimaro, Esselina Macombe, Gertrudes Macueve, Faraja Mukama, Humberto Muquingue, Jose Leopoldo Nhampossa, and Juma Lungo. Strategies for development and integration of health information systems: coping with historicity and heterogeneity. 2018.
- [7] Wajahat Ali Khan, Asad Masood Khattak, Maqbool Hussain, Muhammad Bilal Amin, Muhammad Afzal, Christopher Nugent, and Sungyoung Lee. An adaptive semantic based mediation system for data interoperability among health information systems. *Journal of medical systems*, 38(8):28, 2014.
- [8] Hugo Peixoto, Manuel Santos, António Abelha, and José Machado. Intelligence in interoperability with aida. In *International Symposium on Methodologies for Intelligent Systems*, pages 264–273. Springer, 2012.
- [9] Luciana Cardoso, Fernando Marins, Filipe Portela, António Abelha, and José Machado. Healthcare interoperability through intelligent agent technology. *Procedia Technology*, 16:1334–1341, 2014.

- [10] Melinda Beeuwkes Buntin, Matthew F Burke, Michael C Hoaglin, and David Blumenthal. The benefits of health information technology: a review of the recent literature shows predominantly positive results. *Health affairs*, 30(3):464–471, 2011.
- [11] John Øvretveit, Tim Scott, Thomas G Rundall, Stephen M Shortell, and Mats Brommels. Improving quality through effective implementation of information technology in healthcare. *International Journal for Quality in Health Care*, 19(5):259–266, 2007.
- [12] David W Bates, Elizabeth Pappius, Gilad J Kuperman, Dean Sittig, Helen Burstin, David Fairchild, Troyen A Brennan, and Jonathan M Teich. Using information systems to measure and improve quality. *International journal of medical informatics*, 53(2-3):115–124, 1999.
- [13] Jorge Werthein. A sociedade da informação e seus desafios. *Ciência da informação, Brasília*, 29(2):71–77, 2000.
- [14] Abílio Alves Perfeito and Porto Editora. *Dicionário da língua portuguesa*. Porto Editora, 2018.
- [15] Reinhold Haux. Health information systems—past, present, future. *International journal of medical informatics*, 75(3-4):268–281, 2006.
- [16] JA Carvalho and L Amaral. Matriz de actividades: um enquadramento conceptual para as actividades de planeamento e desenvolvimento de sistemas de informação. *Sistemas de informação*, 1:37–48, 1993.
- [17] Gene Bellinger, Durval Castro, and Anthony Mills. Data, information, knowledge, and wisdom. 2004.
- [18] Valéria Alexandra Mendes Garcia. Sistemas de informação em saúde.
- [19] C Brooke and S Maguire. Systems development: a restrictive practice? *International Journal of Information Management*, 18(3):165–180, 1998.
- [20] Reinhold Haux, Elske Ammenwerth, Alfred Winter, and Birgit Brigl. *Strategic information management in hospitals: an introduction to hospital information systems*. Springer Science & Business Media, 2004.

- [21] Richard A Buckingham, Rudy A Hirschheim, Frank F Land, and Colin J Tully. *Information systems education: recommendations and implementation*. Cambridge University Press, 1986.
- [22] Wilfred Bonney. Applicability of business intelligence in electronic health record. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 73:257–262, 2013.
- [23] Richard Lenz and Manfred Reichert. It support for healthcare processes—premises, challenges, perspectives. *Data & Knowledge Engineering*, 61(1):39–58, 2007.
- [24] Paulino Artur Ferreira de Sousa. O sistema de saúde em portugal: realizações e desafios. *Acta Paulista de Enfermagem*, 22(spe1), 2009.
- [25] Sonho - csp, 2018.
- [26] Sonho, 2018.
- [27] Diretório de informação em saúde » blog archive » sistema integrado de informação hospitalar (sonho), Sep 2010.
- [28] Rui Marinho, José Machado, and António Abelha. Processo clínico electrónico visual. *Processo Clínico Electrónico Visual. Departamento de Informática-Universidade do Minho-Portugal jmac. abelha@ di. uminho. pt*, 2010.
- [29] Roberto Heinzle, Fernando Alvaro Ostuni Gauthier, and Francisco Antonio Pereira Fialho. Semântica nos sistemas de apoio a decisão: o estado da arte. *Revista da UNIFEFE*, 1(8):225–248, 2017.
- [30] José Braga de Vasconcelos, Álvaro Rocha, and Rui Gomes. Sistemas de informação de apoio à decisão clínica estudo de um caso de uma instituição de saúde. 2004.
- [31] Anthony S Sado. Electronic medical record in the intensive care unit. *Critical Care Clinics*, 15(3):499–522, 1999.
- [32] Thomas Jepsen. It in healthcare: progress report. *IT professional*, 5(1):8–14, 2003.
- [33] Alan A Montgomery, Tom Fahey, Tim J Peters, Christopher MacIntosh, and Deborah J Sharp. Evaluation of computer based clinical decision support system



and risk chart for management of hypertension in primary care: randomised controlled trial. *Bmj*, 320(7236):686–690, 2000.

- [34] Robert A Greenes, David W Bates, Kensaku Kawamoto, Blackford Middleton, Jerome Osheroff, and Yuval Shahar. Clinical decision support models and frameworks: Seeking to address research issues underlying implementation successes and failures. *Journal of biomedical informatics*, 78:134–143, 2018.
- [35] Christian Castaneda, Kip Nalley, Ciaran Mannion, Pritish Bhattacharyya, Patrick Blake, Andrew Pecora, Andre Goy, and K Stephen Suh. Clinical decision support systems for improving diagnostic accuracy and achieving precision medicine. *Journal of clinical bioinformatics*, 5(1):4, 2015.
- [36] Cláudia Cristina Salimon and Mary Caroline Skelton Macedo. Aplicações de business intelligence na saúde: Revisão de literatura. *Journal of Health Informatics*, 9(1), 2017.
- [37] Tobias Mettler and Vivian Vimarlund. Understanding business intelligence in the context of healthcare. *Health informatics journal*, 15(3):254–264, 2009.
- [38] John Glaser and John Stone. Effective use of business intelligence: leveraging your organization’s business data could improve financial and operational performance—and quality of care. *Healthcare Financial Management*, 62(2):68–73, 2008.
- [39] Surajit Chaudhuri, Umeshwar Dayal, and Vivek Narasayya. An overview of business intelligence technology. *Communications of the ACM*, 54(8):88–98, 2011.
- [40] Andreia Penso Pereira, Bruno Paula Cardoso, and Raul MS Laureano. Business intelligence: Performance and sustainability measures in an etl process. In *2018 13th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, pages 1–7. IEEE, 2018.
- [41] António Teixeira and António Trigo. Proposal of a business intelligence solution for the po seur. 2017.
- [42] Marisa Esteves, Filipe Miranda, and António Abelha. Pervasive business intelligence platform to support the decision-making process in waiting lists. In *Next-*

- Generation Mobile and Pervasive Healthcare Solutions*, pages 186–202. IGI Global, 2018.
- [43] Olaronke Iroju, Abimbola Soriyan, Ishaya Gambo, and Janet Olaleke. Interoperability in healthcare: benefits, challenges and resolutions. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 3(1):262–270, 2013.
- [44] Nancy Ide and James Pustejovsky. What does interoperability mean, anyway. *Toward an operational definition of interoperability*, 2010.
- [45] Luciana Cardoso, Fernando Marins, Filipe Portela, Manuel Santos, António Abe-lha, 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.
- [46] Jens Weber-Jahnke, Liam Peyton, and Thodoros Topaloglou. ehealth system inte-roperability. *Information Systems Frontiers*, 14(1):1–3, 2012.
- [47] Reinhold Haux. Individualization, globalization and health—about sustainable information technologies and the aim of medical informatics. *International journal of medical informatics*, 75(12):795–808, 2006.
- [48] Jorge Aguiar de Andrade Neto. *Os desafios da interoperabilidade em operadoras de medicina de grupo, nas percepções dos médicos assistentes, gestores de unidade de atendimento assistencial e gestores de TI*. PhD thesis, 2018.
- [49] Herbert Kubicek, Ralf Cimander, and Hans Jochen Scholl. Layers of interope-rability. In *Organizational Interoperability in E-Government*, pages 85–96. Springer, 2011.
- [50] Tim Benson. *Principles of health interoperability HL7 and SNOMED*. Springer Lon-don:, 2010.
- [51] Luís Fernando Sayão and Carlos Henrique Marcondes. O desafio da interope-rabilidade e as novas perspectivas para as bibliotecas digitais. *Transinformação*, 20(2):133–148, 2008.
- [52] Diretório de informação em saúde » blog archive » sistema integrado de informação hospitalar (sonho), Sep 2010.

- [53] Wenguang Wang, Andreas Tolk, and Weiping Wang. The levels of conceptual interoperability model: applying systems engineering principles to m&s. In *Proceedings of the 2009 Spring Simulation Multiconference*, page 168. Society for Computer Simulation International, 2009.
- [54] Andreas Tolk, Saikou Diallo, and Charles Turnitsa. Applying the levels of conceptual interoperability model in support of integratability, interoperability, and composability for system-of-systems engineering. *Journal of Systemics*, 5(5):65–74, 2007.
- [55] Juha A Mykkänen and Mika P Tuomainen. An evaluation and selection framework for interoperability standards. *Information and Software Technology*, 50(3):176–197, 2008.
- [56] Luciana Cardoso, Fernando Marins, César Quintas, Filipe Portela, Manuel Santos, António Abelha, and José Machado. Interoperability in healthcare. In *Health Care Delivery and Clinical Science: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*, pages 689–714. IGI Global, 2018.
- [57] 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.
- [58] José Manuel Machado, Victor Alves, António Abelha, and José Neves. Ambient intelligence via multiagent systems in the medical arena. *Engineering intelligent systems for electrical engineering and communications Special issue on Decision Support Systems*, 15(3):151–157, 2007.
- [59] Michael Wooldridge. *An introduction to multiagent systems*. John Wiley & Sons, 2009.
- [60] Filipa Daniela Cruz Moreira. *Interoperabilidade em Sistemas de Informação na Saúde usando HL7*. PhD thesis, 2014.
- [61] Brenda Courtney. An investigation into the use of hl7 clinical document architecture as a standard for discharge summaries in ireland. *Dublin: University of Dublin*, 2011.

- [62] Robert Guziółowski. Design and implementation of fully configurable interpreter and generator of hl7 standard protocol messages. *Poznan University of Technology technical report no. RA-xxx/06*, 2006.
- [63] Dipak Kalra. Electronic health record standards. *Yearbook of medical informatics*, 15(01):136–144, 2006.
- [64] Andreia de Jesus. Sistemas tutores inteligentes uma visão geral. *Revista Eletrônica de Sistemas de Informação*, 2(2), 2003.
- [65] Miguel Miranda, José Machado, António Abelha, and José Neves. Healthcare interoperability through a jade based multi-agent platform. In *Intelligent Distributed Computing VI*, pages 83–88. Springer, 2013.
- [66] Alan R Hevner. A three cycle view of design science research. *Scandinavian journal of information systems*, 19(2):4, 2007.
- [67] 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.
- [68] Guido L Geerts. A design science research methodology and its application to accounting information systems research. *International Journal of Accounting Information Systems*, 12(2):142–151, 2011.
- [69] Vijay K Vaishnavi and William Kuechler. *Design science research methods and patterns: innovating information and communication technology*. Crc Press, 2015.
- [70] David Kroenke, David J Auer, et al. *Database processing: fundamentals, design, and implementation/David M. Kroenke, David J. Auer*. Boston: Pearson,, 2012.
- [71] Edgar F Codd. Relational database: a practical foundation for productivity. In *Readings in Artificial Intelligence and Databases*, pages 60–68. Elsevier, 1989.
- [72] Donald D Chamberlin and Raymond F Boyce. Sequel: A structured english query language. In *Proceedings of the 1974 ACM SIGFIDET (now SIGMOD) workshop on Data description, access and control*, pages 249–264. ACM, 1974.
- [73] David Maier. *The theory of relational databases*, volume 11. Computer science press Rockville, 1983.

- [74] Rick Greenwald, Robert Stackowiak, and Jonathan Stern. *Oracle essentials: Oracle database 12c*. "O'Reilly Media, Inc.", 2013.
- [75] Gavin Mulligan and Denis Gračanin. A comparison of soap and rest implementations of a service based interaction independence middleware framework. In *Winter Simulation Conference*, pages 1423–1432. Winter Simulation Conference, 2009.
- [76] Zach Shelby. Embedded web services. *IEEE Wireless Communications*, 17(6):52–57, 2010.
- [77] Fatna Belqasmi, Jagdeep Singh, Suhib Younis Bani Melhem, and Roch H Glitho. Soap-based vs. restful web services: A case study for multimedia conferencing. *IEEE internet computing*, 16(4):54–63, 2012.
- [78] Leonard Richardson and Sam Ruby. *RESTful web services*. "O'Reilly Media, Inc.", 2008.
- [79] Xinyang Feng, Jianjing Shen, and Ying Fan. Rest: An alternative to rpc for web services architecture. In *2009 First International Conference on Future Information Networks*, pages 7–10. IEEE, 2009.
- [80] Cesare Pautasso, Olaf Zimmermann, and Frank Leymann. Restful web services vs. big'web services: making the right architectural decision. In *Proceedings of the 17th international conference on World Wide Web*, pages 805–814. ACM, 2008.
- [81] Ioannis K Chaniotis, Kyriakos-Ioannis D Kyriakou, and Nikolaos D Tselikas. Is node. js a viable option for building modern web applications? a performance evaluation study. *Computing*, 97(10):1023–1044, 2015.
- [82] Kai Lei, Yining Ma, and Zhi Tan. Performance comparison and evaluation of web development technologies in php, python, and node. js. In *2014 IEEE 17th international conference on computational science and engineering*, pages 661–668. IEEE, 2014.
- [83] Stefan Tilkov and Steve Vinoski. Node. js: Using javascript to build high-performance network programs. *IEEE Internet Computing*, 14(6):80–83, 2010.
- [84] Introduction to node.js.

- [85] Uses of react js - top 10 reasons why you should use react js, Aug 2019.
- [86] Why use react js in 2019 - benefits reasons to choose it, Feb 2019.
- [87] Kutlu Sahin. 7 reasons why you should use react, Jan 2019.
- [88] Samer Buna. Introduction :: React.js beyond the basics, Aug 2019.
- [89] freeCodeCamp.org. Yes, react is taking over front-end development. the question is why., Aug 2019.
- [90] Getting started with redux · redux.
- [91] Why use redux? reasons with clear examples, Jul 2019.
- [92] Rafael Maruta. Iniciando com redux em 9 passos, Dec 2018.
- [93] Developing modern offline apps with reactjs, redux and electron - part 3 - reactjs redux, Dec 2017.
- [94] Henry Krum, Markus Schlaich, Rob Whitbourn, Paul A Sobotka, Jerzy Sadowski, Krzysztof Bartus, Boguslaw Kapelak, Anthony Walton, Horst Sievert, Suku Thambar, et al. Catheter-based renal sympathetic denervation for resistant hypertension: a multicentre safety and proof-of-principle cohort study. *The Lancet*, 373(9671):1275–1281, 2009.
- [95] Robert Grossman, Xiao Qin, and David Lifka. A proof-of-concept implementation interfacing an object manager with a hierarchical storage system. In [1993] *Proceedings Twelfth IEEE Symposium on Mass Storage systems*, pages 209–213. IEEE, 1993.
- [96] Boonyarat Phadermrod, Richard M Crowder, and Gary B Wills. Importance-performance analysis based swot analysis. *International Journal of Information Management*, 44:194–203, 2019.
- [97] Emet Gürel and Merba Tat. Swot analysis: A theoretical review. *Journal of International Social Research*, 10(51), 2017.
- [98] Terry Hill and Roy Westbrook. Swot analysis: it's time for a product recall. *Long range planning*, 30(1):46–52, 1997.

- [99] 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.
- [100] Kieran Mathieson. Predicting user intentions: comparing the technology acceptance model with the theory of planned behavior. *Information systems research*, 2(3):173–191, 1991.
- [101] Nikola Marangunić and Andrina Granić. Technology acceptance model: a literature review from 1986 to 2013. *Universal Access in the Information Society*, 14(1):81–95, 2015.
- [102] Paul Legris, John Ingham, and Pierre Collerette. Why do people use information technology? a critical review of the technology acceptance model. *Information & management*, 40(3):191–204, 2003.
- [103] Lili Liu, Antonio Miguel Cruz, and Adriana Maria Rios Rincon. Technology acceptance, adoption, and usability: Arriving at consistent terminologies and measurement approaches. *Everyday Technologies in Healthcare*, page 319, 2019.



---

## QUESTIONÁRIO DE INVESTIGAÇÃO PARA A PLATAFORMA DE MONITORIZAÇÃO DE AGENTES INTELIGENTES

---

Tabela 3.: Estrutura do questionário de investigação baseado no TAM<sub>3</sub> e aplicado à plataforma de monitorização de agentes inteligentes

Questão	1	2	3	4	5
<b>1. Percepção da Facilidade de Utilização</b>					
1.1 A aplicação é fácil de utilizar.					
1.2 Foi fácil aprender a utilizar as funcionalidades da aplicação.					
1.3 A aplicação é inflexível e difícil de utilizar.					
1.4 A interface da aplicação é apelativa e motiva o trabalho.					
1.5 Na plataforma, a pesquisa de informação necessária é rápida e eficiente.					
1.6 A distribuição de informação adoptada facilita o acesso à informação pretendida.					
1.7 A aparência e o modo de funcionamento da aplicação são consistentes.					
1.8 A aplicação responde rápido às ações do utilizador.					
<b>2. Utilidade Percebida</b>					
2.1 Utilizando esta aplicação o meu trabalho diário tornou-se mais simples.					
2.2 Utilizando a aplicação tenho um controlo superior sobre os agentes inteligentes.					
2.3 A aplicação tornou-se indispensável no meu trabalho.					



Tabela 3 continuação da página anterior

Questão	1	2	3	4	5
2.4 A aplicação permite-me executar as tarefas de forma mais rápida.					
2.5 A aplicação facilita a tomada de decisões devido à disponibilidade da informação.					
<b>3. Intenção de Uso</b>					
3.1 Pretendo utilizar a aplicação para o meu trabalho diário.					
3.2 Pretendo utilizar a aplicação para apoiar as minhas decisões.					
<b>4. Experiência</b>					
4.1 Utilizo o computador diariamente.					
4.2 Tenho experiência na utilização de plataformas semelhantes à desenvolvida.					
<b>5. Relevância no Trabalho</b>					
5.1 O uso da aplicação facilita o meu dia a dia.					
5.2 Esta aplicação é muito relevante para o meu trabalho.					
<b>6. Qualidade de <i>output</i></b>					
6.1 A qualidade do <i>output</i> obtido no sistema é alta.					
6.2 A apresentação e organização da aplicação é adequada ao conteúdo.					
6.3 A quantidade de informação e ordem da mesma é adequada.					
<b>7. Demonstração do Resultado</b>					
7.1 Os resultados do sistema são importantes para o meu trabalho.					
7.2 Utilizando o sistema tomarei decisões acertadas de forma mais eficiente.					
<b>8. Auto-eficácia Computacional</b>					
8.1 Consigo utilizar a plataforma sem qualquer tipo de necessidade presencial de um formador.					
8.2 Consigo utilizar a plataforma sem indicações se já tiver utilizado plataformas semelhantes.					

Tabela 3 continuação da página anterior

Questão	1	2	3	4	5
8.3 Consigo utilizar a plataforma apenas com o manual de utilização da mesma.					
<b>9. Percepção de Controlo Externo</b>					
9.1 Tenho controlo sobre o sistema apresentado.					
9.2 O sistema é incompatível com outros que uso.					
<b>10. Ansiedade Computacional</b>					
10.1 Trabalhar com a aplicação deixa-me nervoso.					
10.2 Trabalhar com a aplicação deixa-me desconfortável.					
<b>11. Prazer Percebido</b>					
11.1 A utilização desta aplicação é benéfica e agrada-me.					



---

## PUBLICAÇÕES

---

### B.1 STEP TOWARDS MONITORING INTELLIGENT AGENTS IN HEALTHCARE INFORMATION SYSTEMS

**Autores:** Regina Sousa, Diana Ferreira, José Machado e António Abelha

**Título:** Step Towards Monitoring Intelligent Agents in Healthcare Information Systems

**Conferência:** HealthyIoT 2019 - 6th EAI International Conference on IoT Technologies for HealthCare

**Ano de Publicação:**2019

**Resumo:** The existence of a platform to establish interoperability between the different information systems implemented in a hospital environment is, nowadays, more an obligation than an option. The Agency for Integration, Diffusion and Archive of medical and clinical information (AIDA) is an interoperability platform, developed by researchers of the ALGORITMI center from the University of Minho, precisely to face the problem of meeting information from several systems, dealing with the interoperability, confidentiality, integrity and even availability of data. This platform has a paramount influence in the quality of the services provided by the health-care professionals. Accordingly, all its components must have a form of monitoring and prevention of failure, so that AIDA is available 24 hours a day, every day of the year, to ensure efficient health care delivery. The present paper focus on the awareness, relevance and need for such surveillance and in finding and projecting new efficient ways to establish it.

**Palavras-Chave:** Health Information Systems (HIS), Intelligent Agents, AIDA, Interoperability, Monitoring

**Estado da Publicação:** Submitted for publication

## B.2 SISTEMA DE ALERTA, GESTÃO E MONITORIZAÇÃO DE CATÁSTROFES

**Autor:** Regina Sousa, João Gonçalves Soão, Paula Amaral, Ricardo Almendra

**Título:** Sistema de alerta, gestão e monitorização de catástrofes

**Conferência:** X Jornadas Ibéricas de las Infraestructuras de los datos espaciales

**Ano de Publicação:** 2019

**Resumo:** Os sistemas de informação geográficos assumem um papel determinante e estratégico para as organizações que pretendem dar resposta a grandes desafios, no que diz respeito a Planos Municipais de Emergência de Proteção Civil, Planos Municipais da Floresta Contra Incêndios ou outros Planos Municipais. Com as alterações climáticas e constatando-se uma maior frequência de fenómenos extremos, o processamento e organização da informação com base em informação georreferenciada, torna-se crítico. Deste modo, o desenvolvimento de novas ferramentas capazes de ter informação relevante, no momento certo, gera mais-valias para as organizações e simultaneamente para as populações. Assim, a Geoatributo tem inovado em projetos de sistemas de informação, utilizando métodos de engenharia para a construção de novas plataformas, com o objetivo de satisfazer essas necessidades.

**Palavras-Chave:** Sistemas de informação, Ocorrências, Avisos e Alertas, Procedimentos, Proteção civil, Monitorização de Catástrofes.

**Estado da Publicação:** Aceite para publicação







