

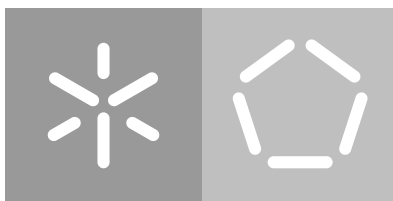


Universidade do Minho
Escola de Engenharia
Departamento de Informática

António Jorge Monteiro Chaves

**Plataforma de Agendamento
em Ambiente Hospitalar**

29 de Abril de 2021



Universidade do Minho

Escola de Engenharia

Departamento de Informática

António Jorge Monteiro Chaves

Plataforma de Agendamento em Ambiente Hospitalar

Dissertação de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia Informática

Dissertação supervisionada por

Professor Doutor José Manuel Ferreira Machado

29 de Abril de 2021

Despacho RT - 31 /2019 - Anexo 3

DIREITOS DE AUTOR E CONDIÇÕES DE UTILIZAÇÃO DO TRABALHO POR TERCEIROS

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

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

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



Atribuição-Compartilhalgual
CC BY-SA

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

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar a minha gratidão ao Professor Doutor José Manuel Machado, pela oportunidade que me proporcionou e o apoio prestado ao longo de todo o projeto de dissertação.

Ao Professor Doutor António Abelha, cujo contributo ao nível da tomada de decisões para o desenvolvimento do projeto foi indispensável.

Quero também agradecer ao Tiago Guimarães e ao Hugo Peixoto, por terem sido incansáveis e o mais prestáveis possível para que o projeto fosse concluído. Para além de terem sido excelentes mentores, levo deste projeto dois amigos para a vida.

Ao Centro Hospitalar Universitário do Porto e ao Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa, especialmente aos respetivos Serviços de Sistemas de Informação, não só acompanhamento e apoio prestados, mas também pela oportunidade de desenvolvimento e um trabalho nos seus meios.

Agradeço também à Ana, pela paciência e o apoio ao longo destes anos de vida. Sem ela, tudo teria sido mais difícil.

Finalmente, devo um agradecimento muito especial à minha família. Ao longo deste percurso, que nem sempre foi o mais fácil, estiveram do meu lado e apoiaram-me incondicionalmente nos bons e nos maus momentos.

Despacho RT - 31 /2019 - Anexo 4**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

Desde a sua gênese, os **Sistemas de Informação Hospitalar (SIH)** têm proporcionado um conjunto de métodos e ferramentas inovadoras que têm contribuído significativamente para o aumento da produtividade e eficiência dos processos hospitalares e, bem assim, para o incremento da qualidade dos serviços. Com efeito, nos dias que correm, a sua utilização na área da saúde é mais do que uma simples funcionalidade, é uma necessidade.

Em particular, no centro da organização de qualquer unidade hospitalar, o agendamento representa um dos processos que maiores benefícios pode tirar da implementação e evolução tecnológica dos sistemas de informação, sobretudo quando estes possuem como desígnio principal a melhoria das condições dos serviços prestados aos utentes.

É neste contexto que surge a presente dissertação, a qual possui como objetivo primordial o estudo e enquadramento da utilização de ontologias de última geração aplicadas no desenvolvimento de **SIH**, com especial enfoque na criação de novos conceitos de agendamento de pedidos, suportados pelo desenvolvimento de uma plataforma assente em mecanismos e ferramentas inovadoras. Para além disso, o desenvolvimento e implementação da plataforma em apreço pretendeu também contribuir para a otimização de fluxos de agendamento, através da simplificação de operações convencionais e da introdução de novas funcionalidades.

Palavras-Chave: Agendamento, Desenvolvimento Full Stack, Interoperabilidade

ABSTRACT

The implementation of Health Information Systems has been providing an increase in productivity and quality of service, ever since its adoption in different kinds of healthcare environments. Nowadays, its use is considered a requirement rather than a feature.

Being a focal aspect of any healthcare environment's organization, schedule management is one of the processes which can benefit the most from the implementation and evolution of health information systems, especially when their development takes into consideration the improvement that these solutions provide to patients.

The main objectives of this dissertation are the assessment of state of the art ontologies suitable for the development of health information systems, especially those which define the resources needed for the implementation of scheduling workflows and the development of a platform capable of managing resources and scheduling requests, resorting to modern development methods and tools. This platform aims to optimize scheduling actions, by simplifying conventional operations and introducing new functionalities.

CONTEÚDO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Enquadramento	12
1.2	Motivação	14
1.3	Objetivos	15
1.4	Estrutura do Documento	15
2	ESTADO DA ARTE	17
2.1	Sistemas de Informação Hospitalar	17
2.1.1	Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica e Clínica	17
2.1.2	Sistema Integrado de Informação Hospitalar	18
2.1.3	SCLínico	18
2.2	Interoperabilidade	18
2.2.1	Interoperabilidade na Saúde	20
2.3	Health Level Seven (HL7)	22
2.3.1	HL7 Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR)	22
2.3.2	Arquitetura e Metodologia	23
2.3.3	Recursos	24
2.4	Revisão de literatura sobre agendamento em ambiente hospitalar	27
2.4.1	Tipos de Pacientes	27
2.4.2	Alocamento de períodos temporais em Agendas	28
2.5	Aplicações de agendamento	28
2.5.1	AGFA Healthcare	28
2.5.2	CLIN1 Healthcare Information Management Solutions	29
2.6	Políticas afetas ao desenvolvimento da plataforma	30
3	METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO E FERRAMENTAS	32
3.1	Metodologia Design Science Research	32
3.2	Objetivos - DSR	33
3.3	JSON e XML	34
3.4	Docker	34
3.5	Nextgen Connect	35
3.6	Full Stack development	35
3.7	RESTful API	36
3.8	Ferramentas de Desenvolvimento	38

3.8.1	Base de Dados	38
3.8.2	Programação em Node JS	39
3.8.3	Framework Vue JS	39
4	ARQUITETURA E REQUISITOS	41
4.1	Requisitos do Sistema	42
4.1.1	Requisitos Funcionais	42
4.1.2	Requisitos Não-Funcionais	44
4.2	Arquitetura	44
4.2.1	Frontend Server	44
4.2.2	Backend Server	45
4.2.3	NextGen Connect/Mirth	46
4.2.4	Base de Dados Oracle	46
4.2.5	Estrutura de Dados	46
5	ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS	50
5.1	Implementação	50
5.1.1	Autenticação	50
5.1.2	Página Inicial	52
5.1.3	Gestão de Agendas	53
5.1.4	Visualização de Agendas	60
5.1.5	Agendamento	62
5.1.6	Agendamento Automático	66
5.1.7	Competências por utilizador	67
5.2	Discussão	67
5.2.1	Análise SWOT	70
5.2.2	Enquadramento Teórico	70
5.2.3	Aplicação Prática	71
6	CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO	74
6.1	Contributos	74
6.2	Trabalho Futuro	76
A	APÊNDICE A	82
A.1	Development of FHIR based web applications for appointment management in healthcare	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Esquema do modelo Levels of Conceptual Interoperability Model (LCIM) .	19
Figura 2	Interoperabilidade de SIH	21
Figura 3	Esquemática conceptual de HL7 FHIR , adaptado de FHIR (2019j)	23
Figura 4	Construção de link de acesso à Representational State Transfer Application Programming Interface (RESTful API)	36
Figura 5	Arquitetura da plataforma AIDA: Organização e Gestão de Tempo (AIDA OGT)	45
Figura 6	Modelo Entidade Relacionamento AIDA OGT	49
Figura 7	Página de autenticação	51
Figura 8	Página inicial pós autenticação	52
Figura 9	Ecrã de gestão de agendas	54
Figura 10	Replicação de Slots numa agenda	56
Figura 11	Edição de Slots em determinado dia	57
Figura 12	Remoção de Slots numa agenda	57
Figura 13	Edição de propriedades de Agenda	59
Figura 14	Edição de propriedades de Slot	59
Figura 15	Componente de visualização de agendas	61
Figura 16	Gestão de Marcação	61
Figura 17	Seleccção de pedidos para agendar	62
Figura 18	Componente de agendamento	64
Figura 19	Círculo cromático HSL	66
Figura 20	Comparação de tipos de dados de Health Level Seven (HL7) V2 e FHIR	68
Figura 21	Matriz conceptual de análise SWOT	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Definição de um Schedule em HL7 FHIR	24
Tabela 2	Definição de um Slot em HL7 FHIR	25
Tabela 3	Definição de uma Marcação em HL7 FHIR	26
Tabela 4	Comparação entre JavaScript Object Notation (JSON) e Extensible Markup Language (XML) , adaptado de Goyal et al. (2017) .	34
Tabela 5	Operações FHIR sobre recursos, adaptado de FHIR (2019j)	37
Tabela 6	Competências por tipo de utilizador	67

SIGLAS

AIDA Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica e Clínica. 1, 17, 18, 38, 41, 42, 46, 51, 62, 72, 74, 76

AIDA OGT AIDA: Organização e Gestão de Tempo. 1, 8, 12, 15, 39, 41, 45, 46, 49, 51, 55, 67, 74-77

BD Base de Dados. 1, 39, 75, 77

BI Business Intelligence. 1, 38

BS Background Slot. 1

CHTS Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa. 1, 68, 76

CHUP Centro Hospitalar Universitário do Porto. 1, 68, 76

CRUD Create, Read, Update, Delete. 1, 37, 46

CSS Cascading Stylesheet. 1, 44

DI Departamento de Informática. 1

DS Design Science. 1, 32

DSR Design Science Research. 1, 16, 33

FHIR Fast Healthcare Interoperability Resources. 1, 6, 8, 9, 13, 15, 22, 25, 28, 37, 42, 68, 69, 74, 75, 82

GA Grupo de Agendamento. 1, 28

HDI Hospital de Dia. 1, 63

HL7 Health Level Seven. 1, 8, 13, 22, 29, 68, 69, 74

HSL Hue, Saturation and Lightness. 1, 65

HTML Hypertext Markup Language. 1, 44

HTTP HyperText Transfer Protocol. 1, 22, 36, 38, 45, 64

I/O Input/Output. 1, 35

JSON JavaScript Object Notation. 1, 9, 13, 22, 34, 36, 37, 47, 68, 69

JWT JSON Web Token. 1, 45, 51, 72

LCIM Levels of Conceptual Interoperability Model. 1, 8, 19, 21

MCDDT Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica. 1, 13, 14, 41, 47, 63, 67

- MIEI** Mestrado Integrado em Engenharia Informática. 1
- MVVM** Model View ViewModel. 1, 39
- NPM** Node Package Manager. 1, 39
- PDF** Portable Document File. 1, 53
- RES** Registos eletrónicos de saúde. 1, 22
- RESTful API** Representational State Transfer Application Programming Interface. 1, 8, 22, 35–38, 45, 51, 60, 64, 69, 72, 75, 76
- RGB** Red, Green and Blue. 1, 65
- SA** Sistema de Agendamento. 1, 13–15, 17, 30, 75
- SAM** Sistema de Apoio ao Médico. 1, 18
- SAPE** Sistema de Apoio à Prática de Enfermagem. 1, 18
- SGBD** Sistema de Gestão de Bases de Dados. 1, 18, 38, 42, 75
- SI** Sistemas de Informação. 1, 18–20, 32
- SIH** Sistemas de Informação Hospitalar. 1, 4, 8, 12, 13, 15, 17, 18, 20–22, 28, 68
- SNS** Serviço Nacional de Saúde. 1, 18
- SONHO** Sistema Integrado de Informação Hospitalar. 1, 14, 18, 22, 27, 42, 46, 63, 74, 75
- SPA** Single Page Applications. 1, 39
- SPMS** Serviços Partilhados do Ministério da Saúde. 1, 18
- SQL** Structured Query Language. 1, 39, 75
- TCP** Transmission Control Protocol. 1, 35
- TI** Tecnologias de Informação. 1, 17, 22, 32, 34
- UI/UX** User Interface/User Experience. 1
- UM** Universidade do Minho. 1
- URI** Unified Resource Identifier. 1, 36
- XML** Extensible Markup Language. 1, 9, 13, 22, 34, 36, 68

INTRODUÇÃO

A presente dissertação retrata todo o processo de implementação do [AIDA OGT](#), plataforma de agendamento em ambiente hospitalar, desenvolvida no âmbito da dissertação de mestrado do Mestrado Integrado em Engenharia Informática da Universidade do Minho.

1.1 ENQUADRAMENTO

A incorporação de sistemas informáticos nas diversas áreas da saúde tem vindo a apresentar um crescimento linear com o desenvolvimento destes mesmos sistemas, desde a data das suas primeiras implementações. [Marins and Machado \(2013\)](#)

A disseminação destes sistemas, denominados [SIH](#), têm-nos tornado num tópico de crescente interesse, tanto para o setor privado empresarial como para a comunidade de investigação científica, que veem no desenvolvimento destes sistemas a oportunidade de entrada num mercado repleto de desafios e a possibilidade de melhoria das condições da prestação de cuidados de saúde. [Csenar \(2019\)](#); [Guimarães and Machado \(2015\)](#)

A diversidade de aplicações de [SIH](#) e a sua inerente complexidade levam a que o seu âmbito individual seja normalmente incluído em sistemas mais generalizados e distribuídos. O avanço das tecnologias tem promovido o desenvolvimento gradual de sistemas deste género, com o objetivo de assistir profissionais de saúde nas suas tarefas diárias. Contudo, esses sistemas são geralmente construídos isoladamente, dificultando a transmissão de informação no ambiente em que se inserem. [Peixoto et al. \(2012\)](#)

Da necessidade de introdução de métodos de comunicação entre [SIH](#) nascem os conceitos de integração e interoperação. O primeiro é referente à aquisição e agrupamento de informação de diversos sistemas, potenciando a sua utilização enquanto que a interoperação entre sistemas é o estabelecimento de meios de comunicação entre sistemas de modo desambíguo e ininterrupto. A possibilidade de divisão da complexidade de sistemas em diferentes aplicações de âmbito mais conciso e a sua junção como peças de um sistema completo faz com que a interoperação e integração destes sejam requisitos fundamentais para o desenvolvimento de projetos semelhantes ao proposto. [Guimarães and Machado \(2015\)](#); [Cardoso and Abelha \(2013\)](#)

Com base no estudo e definição do conceito de interoperabilidade e as suas implicações para a melhoria da prestação de cuidados de saúde, têm surgido diversas ontologias, definições protocoladas de todos os intervenientes de um sistema, com vista a descrever pormenorizadamente todos os conceitos envolvidos num **SIH** para o eventual alcance de um elevado grau de interoperabilidade em sistemas heterogéneos.

A este nível, importa referir a **HL7**, organização sem fins lucrativos que tem como principal objetivo da elaboração de um enquadramento global e protocolos de troca, integração, partilha e pesquisa de informação que suporta a prestação de cuidados de saúde em formato eletrónico, assim como a gestão, distribuição e avaliação dos seus serviços. **Cardoso and Abelha (2013)**

Ao longo do tempo, a **HL7** tem vindo a publicar diferentes versões de normas de interoperabilidade, culminando no **FHIR**. Esta norma tira partido, contrariamente a iterações anteriores, dos formatos convencionais de troca de informação textual **JSON** e **XML** e é já considerada o futuro da implementação de sistemas interoperáveis na área da saúde. **Csenar (2019)**

A organização da informação e o seu acesso instantâneo representam não só uma melhoria significativa da qualidade do serviço, bem como podem ter um impacto na saúde dos pacientes. Os **Sistema de Agendamento (SA)** têm agora acesso às ferramentas necessárias para otimização da utilização de recursos, tanto humanos como materiais e melhoria das listas de espera dos pacientes.

O recurso a informação analítica recolhida destes sistemas oferece uma nova vista sobre as necessidades do meio em questão e é uma ferramenta influente na alocação tanto dos horários dos profissionais de saúde como das marcações de consultas para pacientes, condicionados por fatores como a disponibilidade de meios de transporte ou a variabilidade de horários de trabalho que devem ser tidos em conta no agendamento. Aquando da necessidade da marcação de uma multiplicidade de exames médicos, sobretudo para evitar obrigar o paciente a várias deslocações, deve fazer-se coincidir o dia para qual são estipulados, minimizando o tempo de espera entre si. Este processo, quando executado manualmente pode tornar-se um trabalho difícil e duradouro caso não seja apoiado por filtros de pesquisa adequados e beneficia da sua total automatização.

A necessidade de reavaliação de um paciente após uma dada consulta, através de exames a realizar, é um acontecimento frequente em certos domínios da medicina. Para que tal seja possível, é necessário manter tanto o registo de **Meios Complementares de Diagnóstico e Terapêutica (MCDT)** realizáveis em cada dia da semana como o dos pacientes que têm a possibilidade ser examinados nesses períodos.

Por outro lado, certas especialidades tais como a Fisiatria beneficiam do agendamento de exames por bloco e devem ser definidas várias sessões do mesmo tratamento. O agendamento por bloco implica a definição de manchas horárias nas quais serão realizados

os tratamentos e um conjunto de pacientes que presenciarão os tratamentos. Para tratamentos individuais com periodicidade, devem definir-se regras de recorrência para diferentes tipos de periodicidade, como é o exemplo do agendamento diário ou semanal num período horário de um ou mais dias da semana.

O fluxo inicial de requisição de **MCDT** provém sempre da consulta de um profissional de saúde a um paciente. Em certo ponto da consulta, é feito um pedido ao sistema com toda a informação relevante para a sua definição (Identificações do Profissional e Paciente, tipos de **MCDT** e data limite para a sua realização). A partir da coleção de pedidos não atendidos, os administrativos do meio hospitalar definem as datas de realização através de processos manuais ou automáticos.

Para além da cobertura dos pontos supramencionados, o propósito do sistema implica também a definição das manchas horárias relativas aos recursos do meio hospitalar, devido à relação entre o fluxo de agendamento de um recurso e a sua disponibilidade para determinado tipo de exames de uma especialidade. Para além do volume de consultas previsto é necessário ter em conta a possibilidade de entradas de urgência e uma forma eficiente de cobrir ausências a marcações. [Hutzschenreuter et al. \(2009\)](#) mencionam no seu estudo o impacto destes agentes externos na alocação de recursos, reforçando a necessidade de refinar os algoritmos a implementar.

1.2 MOTIVAÇÃO

O agendamento em ambiente hospitalar é a base da organização de qualquer meio hospitalar. Não é concebível a idealização um meio clínico de prestação de cuidados de saúde e realização de **MCDT** sem o recurso a **SA**.

Os hospitais públicos nacionais têm acesso a ferramentas que possibilitam o agendamento de exames e consultas, como são os exemplos do **Sistema Integrado de Informação Hospitalar (SONHO)** e **SClínico**, contudo, estas aplicações são desenvolvidas de forma a responder às necessidades gerais do serviço público de saúde e o seu domínio compreende uma grande variedade de áreas. O seu desenvolvimento, ainda que histórico no contexto da informática médica, já leva alguns anos e não é exequível a sua reformulação de acordo com as mais modernas ferramentas e arquiteturas de desenvolvimento de software e as normas de interoperabilidade mais recentemente desenvolvidas.

O presente projeto pretende disponibilizar aos meios hospitalares nacionais uma ferramenta de agendamento que, para além de fazer uso das mais recentes ferramentas de desenvolvimento, recorra à ontologia de interoperabilidade de maior distinção na sua génese como forma de aprimorar todo o processo de agendamento hospitalar e atender às necessidades específicas dos profissionais de saúde.

Para a implementação de um SA com recurso à ontologia FHIR é imprescindível o estudo aprofundado desta, ao nível das suas características e especificidades da construção de tipos de dados desta norma. Assim, para além de promover a eficiência e a eficácia de todo o processo de agendamento, também é permitido aos administradores do sistema uma melhor gestão das agendas e suas marcações e a possibilidade de as integrar em diferentes plataformas.

1.3 OBJETIVOS

Como forma de implementar um SIH baseado nas características previamente introduzidas, propõe-se a implementação do AIDA OGT, enquadrando nesta dissertação o contexto teórico para o seu alcance, como também a sua implementação num ambiente real, de forma a que a validação da implementação seja analisada por profissionais de saúde, os utilizadores alvo da aplicação.

Os objetivos da dissertação retratam-se sob a forma da seguinte listagem de questões, que serão endereçadas ao longo da extensão do documento, com especial relevo no seu 5º capítulo.

Questão 1: Qual a vantagem da utilização de uma ontologia de interoperabilidade no desenvolvimento de SIH?

Questão 2: O FHIR é, na sua versão atual (4.0.1), uma ontologia capaz de suportar o desenvolvimento e utilização de sistemas de agendamento modernos?

Questão 3: Em que medida é possível a implementação de um SA com base na arquitetura e conjunto de requisitos propostos?

Questão 4: Até que ponto é possível otimizar o agendamento hospitalar, mediante as condições impostas?

1.4 ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O presente documento está estruturado em seis capítulos. Para além do primeiro capítulo, nota introdutória referente ao âmbito em que o projeto de dissertação se insere e a sua relevância no âmbito da saúde, distinguem-se os seguintes capítulos:

- **Capítulo 2:** O capítulo referente ao estudo do estado da arte de SA específicos de ambientes hospitalares estende a introdução do âmbito em que se insere o projeto de dissertação. Para além da explicação mais pormenorizada dos conceitos de SIH, e os mais utilizados exemplos nos hospitais públicos em Portugal, é explorado o

conceito de interoperabilidade e a arquitetura da ontologia que suporta a estrutura de dados do projeto. Também é apresentado um estudo conciso sobre outros destaques mencionados na literatura sobre a temática e um par de exemplos de aplicações de âmbito semelhante, já implementados.

- **Capítulo 3:** Apresentação da metodologia de investigação e ferramentas utilizadas para o desenvolvimento do projeto. Em primeira mão são clarificados o conceito e importância da utilização da metodologia de investigação **Design Science Research (DSR)** no desenvolvimento de um projeto de cariz científico, seguido da introdução da plenitude de ferramentas utilizadas no desenvolvimento do projeto.
- **Capítulo 4:** O quarto capítulo apresenta detalhadamente os requisitos impostos para o desenvolvimento do projeto e a função atribuída a cada uma das ferramentas do anterior capítulo no alcance da solução final.
- **Capítulo 5:** O penúltimo capítulo do documento serve de avaliação do trabalho desenvolvido e divide-se em duas secções. Inicialmente são discutidos os resultados obtidos e endereçados os objetivos designados na secção 1.3, seguido de uma análise SWOT do projeto desenvolvido.
- **Capítulo 6:** O último capítulo do documento sumariza as principais conclusões inferidas do trabalho desenvolvido, assim como propõe a implementação de novas funcionalidades, com vista a tornar o âmbito do projeto mais completo.

O Apêndice do documento alude a um trabalho científico desenvolvido em paralelo com o trabalho de dissertação e qualquer coisa qualquer coisa.

ESTADO DA ARTE

Este capítulo apresenta um breve estudo sobre alguns pontos relevantes no desenvolvimento da plataforma. Em primeira instância, serão analisadas aplicações desenvolvidas no âmbito da saúde, com destaque para a plataforma na qual este projeto se insere, seguida da revisão da literatura sobre a implementação de SA, tanto do ponto de vista organizacional como de segurança.

2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÃO HOSPITALAR

Os SIH são aplicações de informática orientados ao auxílio das operações de administração de um ambiente hospitalar. Desde os finais do século passado, época da globalização do uso de sistemas de informação, que se tem vindo a notar um crescimento constante da sua utilização nas áreas da saúde. No presente, é impensável a manutenção de um meio hospitalar sem recurso a qualquer tipo de sistema desta natureza, dadas as inúmeras vantagens que a sua implementação traz. Mais recentemente, a digitalização de registos de saúde abriu as portas à sua utilização no contexto das **Tecnologias de Informação (TI)**. (Marins and Machado, 2013)

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

Da necessidade de tratamento e manutenção de toda a informação gerada por meios hospitalares nasce a **Agência para a Integração, Difusão e Arquivo de Informação Médica e Clínica (AIDA)**. Atualmente inserida em diversas unidades hospitalares, traz aos seus utilizadores uma forma segura e íntegra de tratamento e partilha de informação, assim como assegura a sua alta disponibilidade. (Marins and Machado, 2013; Peixoto et al., 2012)

Ainda que o seu propósito seja relevante na organização e manutenção das unidades hospitalares em que se insere, não comporta ainda todas as soluções necessárias para a utilização da informação por parte dos profissionais de saúde, mas facilita o desenvolvimento de soluções para tal efeito.

Este projeto insere-se no âmbito da [AIDA](#), que servirá de meio intermediário de controlo e mediação da informação armazenada nos diferentes sistemas de apoio à plataforma, e pretende responder a necessidades específicas relatadas pelos meios hospitalares nos quais está implementada.

2.1.2 Sistema Integrado de Informação Hospitalar

O [SONHO](#) é o sistema existente sob o qual opera o [Serviço Nacional de Saúde \(SNS\)](#). A sua primeira instância foi desenvolvida na década de 80, tendo tido a sua primeira implementação física alguns anos mais tarde, em 1995. A sua implementação foi de tal modo impactuante que se considerou uma medida inovadora, difundindo-se rapidamente para a generalidade dos hospitais públicos nacionais.

De modo a garantir uma resposta adequada às necessidades crescentes da área, tem vindo gradualmente a ser substituído pela nova iteração [SONHO V2](#). Esta migração foi o maior projeto alguma vez concretizado na área dos [SIH](#) no âmbito da saúde em Portugal. (Marto, 2017)

Suportado pelo [Sistema de Gestão de Bases de Dados \(SGBD\) Oracle](#) divide-se em diversos módulos para comportar mais eficientemente as necessidades específicas de cada serviço providenciado pelos meios hospitalares. Dentro do seu propósito, destacam-se as operações de identificação e acesso ao historial clínico dos pacientes, distribuição e processamento dos dados para uso intermodular, agendamento, faturação e gestão administrativa.

Por ser um sistema generalizado de gestão hospitalar e conter, sobretudo, toda a informação relativa a pacientes, é um dos sistemas aos quais a plataforma fará ligação, mediada pela camada de integração da [AIDA](#).

2.1.3 SClínico

O SClínico nasce da fusão de dois sistemas previamente formados pelos [Serviços Partilhados do Ministério da Saúde \(SPMS\)](#), o [Sistema de Apoio ao Médico \(SAM\)](#) e o [Sistema de Apoio à Prática de Enfermagem \(SAPE\)](#) e permite o registo e realização de todos os procedimentos desde a admissão no serviço de urgências, inclusive triagem de pacientes, ou consultas externas, como controlo de internamento ou entrada no bloco operatório. À semelhança do [SONHO](#) é também gerido pelo [SGBD Oracle](#). (Marto, 2017)

2.2 INTEROPERABILIDADE

A interoperabilidade é, por definição, a habilidade de comunicação entre diferentes [Sistemas de Informação \(SI\)](#) e aplicações, a através da troca de dados com precisão e segurança, com

a finalidade de, em conjunto, fazer uso dessa informação. Dogac et al. (2019); Peixoto et al. (2012)

Esta capacidade de troca de informação relevante e operação para benefício mútuo pode ser classificada em dois tipos:

- **Interoperabilidade Semântica:** troca de informação entre de modo desambíguo entre sistemas. O envio da informação é padronizado por uma gramática conhecida pelos sistemas implicados na troca de informação. A interoperabilidade semântica é um requisito base na infêrência e descoberta de conhecimento entre SI.
- **Interoperabilidade Sintática:** implicação de que a mesma mensagem possui o mesmo significado para qualquer entidade envolvida na sua permutação.

Existem outros modelos de classificação de interoperabilidade que permitem uma melhor definição seu grau ao longo dos sistemas, através da aplicação de métodos generalizados. O modelo LCIM foi desenvolvido, desde inícios da década de 2000 e melhorado ao longo dos anos posteriores, com vista a melhorar iterações precedentes de modelos de interoperabilidade.

Este modelo apresenta sete camadas de interoperabilidade, demonstradas na figura 1.

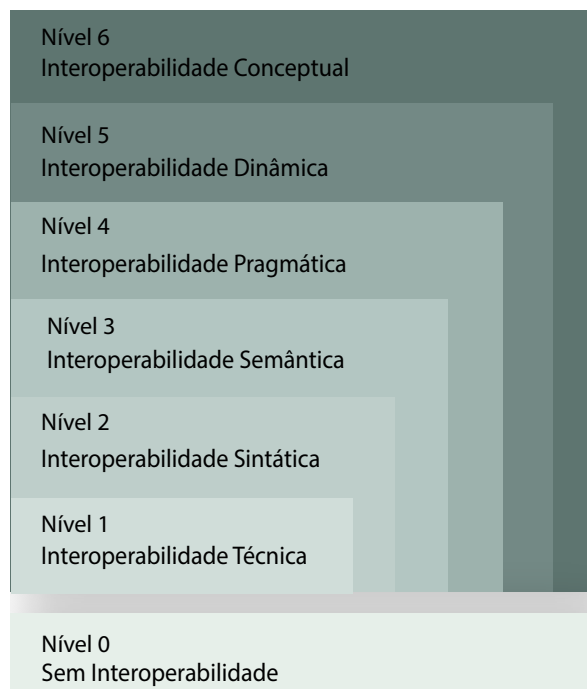


Figura 1: Esquema do modelo LCIM.

Conforme sugerido pela figura 1, a capacidade de interoperação está linearmente vinculado ao nível de interoperabilidade em que se insere. Cada nível abrange as características

dos níveis inferiores. De seguida, distinguem-se os diferentes níveis, de acordo com as designações ilustradas por [Marins and Machado \(2013\)](#); [Iroju et al. \(2013\)](#).

- **Nível 0:** sistemas isolados sem interoperabilidade. A informação utilizada é própria do sistema e não há possibilidade de partilha.
- **Nível 1:** a interoperabilidade técnica é atingida quando diferentes sistemas têm a capacidade de geração e leitura de informação proveniente de diferentes fontes.
- **Nível 2:** do mesmo modo que foi acima descrito, a interoperabilidade sintática é descrita pela equivalência estrutural do formato da informação permutada entre sistemas.
- **Nível 3:** a interoperabilidade semântica entende-se pela interpretação desambígua ao longo de diversos [SI](#).
- **Nível 4:** ou interoperabilidade pragmática em sistemas que tenham um conhecimento estrutural de métodos e procedimentos entre si. O quarto nível implica que tanto a informação como o contexto em que é empregue são compreendidos entre os sistemas implicados.
- **Nível 5:** dois ou mais sistemas são considerados dinamicamente interoperáveis quando têm a habilidade de compreender e tirar proveito de alterações de estado que ocorrem devido à utilização da informação ao longo do tempo.
- **Nível 6:** o último grau de interoperabilidade é atingido se as restrições e as premissas de cada sistema estão de acordo entre si. O alcance do sexto nível de interoperabilidade permite a instânciação do conjunto de sistemas em ambientes distintos e com abstrações diferentes. Para isso, é necessária a documentação técnica de dos modelos conceptuais de cada sistema segundo protocolos em uso na área da engenharia.

2.2.1 Interoperabilidade na Saúde

Enquanto que [SIH](#) tenham atingido patamares sem precedentes ao nível de inovação e fidedignidade ao longo das últimas três décadas, novas implementações e conceitos à volta da informática na saúde continuam a promover alterações estruturais fundamentais no sentido do melhoramento destes sistemas.

Com base nesta premissa, é necessário compreender a importância que a interoperabilidade apresenta na área da saúde, sobretudo dada a necessidade de reutilização e troca de informação entre [SIH](#). [Iroju et al. \(2013\)](#)

A prestação de cuidados de saúde a um indivíduo pode variar de carácter, dependendo da necessidade. Hospitais, laboratórios, clínicas independentes são alguns dos exemplos de

serviços de saúde que, mesmo não estando obrigatoriamente afiliados entre si, partilham o objetivo da garantia da saúde de um paciente. As diferentes índoles dos serviços de prestação de cuidados de saúde contribuem para o armazenamento fragmentado de informação clínica dos pacientes, dificultando a obtenção de informação generalizada relativa ao paciente. Além disso, o armazenamento de informação é, na maioria dos casos, efetuado sem recurso a protocolos na estruturação e codificação, tornando a sua partilha uma tarefa árdua. Isto traduz-se, do ponto de vista dos ambientes de prestação de serviços, numa diminuição da eficácia de tratamentos e desperdício de recursos. A figura 2 esquematiza a interação de vários SIH com a informação dos pacientes.

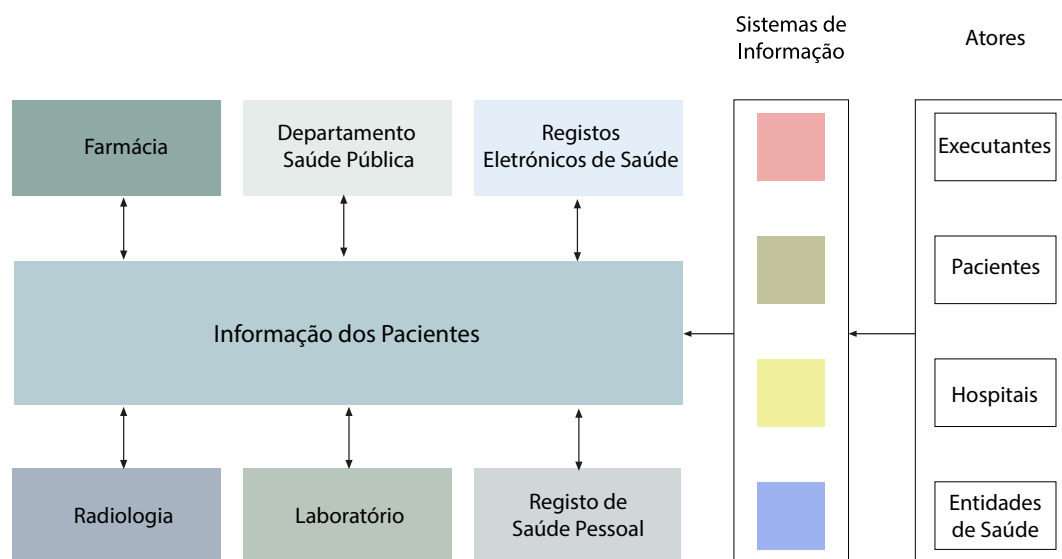


Figura 2: Interoperabilidade de SIH

A implementação de sistemas interoperáveis promete a correta transmissão e armazenamento em sistemas heterogéneos como forma de melhorar o acesso a informação clínica podendo, assim, promover melhores condições de avaliação e prestação de cuidados de saúde. O armazenamento de informação normalizado, de acordo com o quarto e superiores níveis de interoperabilidade LCIM, permitem a compreensão total da informação transmitida, através da imposição da utilização de terminologia adequada. O recurso à interoperabilidade entre sistemas tem, portanto, um impacto significativo na assimilação de informação diminuindo o número de erros de índole médica.

Ainda que a completa implementação da interoperabilidade na área da saúde seja um objetivo a alcançar, não será uma tarefa trivial. Os SIH de diferentes características, desde laboratórios ou clínicas a instrumentos de medição, geram vastas quantidades de informação periodicamente, cuja interpretação é de carácter complexo. A utilização de SIH desatualizados é outro exemplo de oposição à implementação de sistemas interoperáveis. Em Portugal, o

SONHO é o predominante **SIH** em uso nos centros de saúde e hospitais do sistema público de saúde, estando ainda em utilização versões mais antigas do sistema. Por outro lado, a adoção de registos eletrónicos, que tem vindo a apresentar um crescimento significativo ao longo da última década, ainda não é uma realidade completamente instalada na saúde. Por fim, deve ser notada a limitada capacidade de inovação por parte de uma percentagem de administrativos e profissionais de saúde em atividade.

2.3 HEALTH LEVEL SEVEN (HL7)

A **HL7** é uma organização sem fins lucrativos fundada em 1987 focada no desenvolvimento de frameworks compreensivos e padrões relacionados com a partilha, integração e busca de informação médica eletrónica que suporta o processo clínico, para além da gestão, produção e avaliação de serviços de saúde. Ao longo das três últimas décadas, as diferentes iterações dos padrões da **HL7** solidificaram-se como alguns dos mais prominentes da indústria. [International \(2020\)](#)

2.3.1 HL7 FHIR

Os padrões **HL7** surgem da fusão das áreas dos cuidados de saúde, engenharia e **TI**. A nível da saúde, são cobertos praticamente todos os domínios funcionais, desde gestão de pacientes e **Registos eletrónicos de saúde (RES)** a áreas de administração ou padrões de comunicação na medicina, como **DICOM**.

O padrão **HL7 FHIR** suporta os formatos **JSON** e **XML** de modo a permitir a implementação de servidores de cliente (client-side ou front end) e intermediação (server-side ou back end) tanto para aplicações web ou móveis. A utilização da notação **FHIR** especificada nos formatos acima mencionados permite a troca de informação diretamente no corpo do pedido **HyperText Transfer Protocol (HTTP)**, simplificando a comunicação a conjuntos pedido-resposta entre os servidores de cliente e intermediação. A utilização destes formatos mais recentemente implementados - em contraste com a metodologia empregue em versões anteriores de separação de campos pelo símbolo de barra vertical (—) - implica também uma melhoria significativa na legibilidade e parsing das mensagens trocadas.

O recurso a **RESTful API** permite o desenvolvimento multi-plataforma e em qualquer linguagem de programação atual, sendo que os formatos **JSON** e **XML** são suportados na sua totalidade, sem que a transmissão de mensagens por **HTTP** seja condicionada pela formatação de diferentes sistemas operativos. [Maxhelaku and Kika \(2019\)](#); [FHIR \(2019j\)](#)

2.3.2 Arquitetura e Metodologia

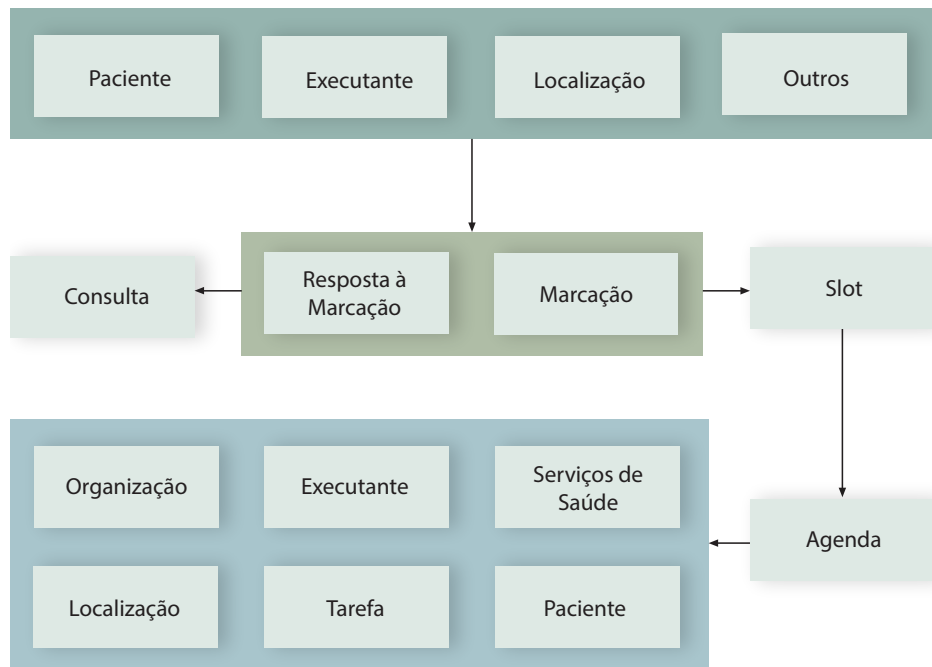


Figura 3: Esquematização conceitual de HL7 FHIR, adaptado de [FHIR \(2019j\)](#)

O módulo administrativo do HL7 FHIR engloba os dados base que são enviados para quaisquer outros módulos de gestão clínica. A geração da informação clínica de uma consulta pressupõe a existência de uma base de informação pessoal do paciente que deve ser obtida caso não exista no momento. Uma consulta ou encontro de cariz médico define-se como a interação entre um paciente e um prestador de cuidados de saúde com o intuito de fornecer cuidados de saúde ou avaliar o estado de saúde do paciente. [FHIR \(2019j\)](#)

O agendamento de uma consulta deve respeitar todos os seus intervenientes. Executantes, dispositivos e postos de trabalho estão sujeitos aos seus próprios horários e a sobreposição dos intervalos livres de cada um fornece a informação das possibilidades para o agendamento. O ponto de vista do paciente também tem de ser tido em conta, pois está sujeito à sua própria disponibilidade para marcar presença na consulta. Além disso, quando houver a necessidade de marcação de mais de um encontro em nome do paciente, devem ser tomados em conta os espaços de tempo mais próximos entre si dentro de um dia ou a prioridade da sua execução.

Quando a disponibilidade for da concordância de todos os intervenientes, a marcação deve ser requerida e, mediante a política de agendamento do ambiente hospitalar, ser imediatamente agendada ou aguardar a confirmação de um administrativo competente. A definição do fluxo de agendamento do HL7 FHIR prevê também a criação de listas de

espera, caso não seja possível chegar a um consenso relativo à data e hora da marcação ou haja uma falta de slots temporais disponíveis para a sua execução.

2.3.3 Recursos

De modo a promover uma compreensão dos termos utilizados para descrever os tipos de dados geridos pela plataforma, seguem-se as descrições dos componentes adaptados do padrão HL7 FHIR e a composição dos seus tipos de dados.

Schedule (Agenda)

Uma agenda é um agregador de slots temporais que podem estar disponíveis para a execução de um serviço e a utilização de um recurso. Pela definição, uma agenda é criada de acordo com uma estrutura definida no ambiente hospitalar em que se insere e deve comportar refsets de associação a locais, dispositivos, tarefas a executar entre outros. Na criação de uma agenda, existe a obrigatoriedade de associação a pelo menos um dos recursos mencionados, que devem ter a possibilidade de serem agendados independentemente entre si.

A agenda pertence a uma instância de um recurso, de modo a que o seu acesso seja limitado. Na eventualidade de a agenda estar configurada para a prestação de uma multiplicidade de serviços, eventualmente comportando diferentes executantes ou locais, o seu acesso deverá ser garantido ao conjunto de pertencentes ao serviço, designado pela equipa de acesso. [FHIR \(2019g\)](#)

Campo	Descrição	Card.
Identificador	Identificador interno do slot.	1..1
Categoria de Serviço	Categoria do serviço prestado.	0..*
Tipo de Serviço	Tipo de Serviço prestado.	0..*
Especialidade	Identificador da especialidade médica do serviço prestado.	0..*
Ativo	Identificação da disponibilidade da agenda	0..1
Horizonte de planeamento	Período de tempo de agendamento.	0..1
Comentário	Informação adicional de descrição do slot.	0..1

Tabela 1: Definição de um Schedule em HL7 FHIR

Slot

Um slot é uma unidade temporal associada a uma agenda. Representa a menor quantidade de tempo possível para a qual um serviço ou recurso possam ser ocupados. A sua definição pode permitir uma multiplicidade de eventos a ser levados a cabo no mesmo intervalo de

tempo (vagas). Dentro da mesma agenda, os slots não podem sobrepor-se no horário. A tabela 2 demonstra a definição de um slot de acordo com a especificação FHIR. FHIR (2019h)

Campo	Descrição	Card.
Identificador	Identificador interno do slot.	1..1
Categoria de Serviço	Categoria do serviço prestado.	0..*
Tipo de Serviço	Tipo de Serviço prestado.	0..*
Especialidade	Identificador da especialidade médica do serviço prestado.	0..*
Identificador de Agenda	Identificador único da agenda em que se insere.	1..1
Estado	Código de estado do slot (Livre / Ocupado / Bloqueado)	1..1
Início	Descrição da data/hora de início de atividade.	1..1
Término	Descrição da data/hora de término de atividade.	1..1
Sobrelotado	Indicação de sobrelotação. (Não devem ser aceites mais marcações para este slot)	0..1
Comentário	Informação adicional de descrição do slot.	0..1

Tabela 2: Definição de um Slot em HL7 FHIR

Appointment (Marcação)

As marcações servem para fornecer informação sobre um encontro de determinada natureza. Cada instância é referente apenas a um encontro, de tal modo que eventos recorrentes como várias sessões de uma terapia devem estar associadas a diferentes marcações.

Esta definição - exposta na Tabela 3 - traduz o conceito de marcação num ambiente clínico e amplia-o de modo a poder ser relevante fora do contexto clínico permitindo, assim, uma maior facilidade de inclusão de outro tipo de eventos. FHIR (2019a)

Local

Um recurso de localização pode referir-se tanto a um local de prestação de serviços eventual ou dedicado. A sua natureza pode ser de domínio privado ou público, com ou sem mobilidade. Alguns exemplos variam entre edifícios e salas, clínicas móveis, ambulâncias ou até o próprio domicílio de um paciente. FHIR (2019d)

Campo	Descrição	Card.
Identificador	Identificador interno.	1..1
Estado	Código de estado da marcação (Proposto / Pendente / Agendado / Cancelado / Remarcado / Lista de espera / Ausente)	1..1
Motivo de Cancelamento	Identificador do motivo arguido para o cancelamento de uma marcação.	0..*
Categoria de Serviço	Categoria do serviço prestado.	0..*
Tipo de Serviço	Tipo de Serviço prestado.	0..*
Especialidade	Identificador da especialidade médica do serviço prestado.	0..*
Prioridade	Prioridade de execução.	0..1
Início	Descrição da data/hora de início de atividade.	1..1
Término	Descrição da data/hora de término de atividade.	1..1
Duração	Duração da marcação em minutos.	0..1
Data de Criação	Descrição do momento do agendamento.	0..1
Sobrelotado	Indicação de sobrelotação. (Não devem ser aceites mais marcações para este slot)	0..1
Comentário	Informação adicional de descrição do slot.	0..1

Tabela 3: Definição de uma Marcação em HL7 FHIR

Executante

O conceito de executante comporta toda a especificação de um indivíduo que se insere no processo de prestação de serviços de saúde, como parte da sua responsabilidade formal. [FHIR \(2019f\)](#)

Equipa de Trabalho

Uma equipa de trabalho está associada com todos os executantes ou organizações que, em conjunto, participem na coordenação e prestação de cuidados de saúde a pacientes. A associação com membros pode não ser explícita, desde que essa informação seja internamente gerida. [FHIR \(2019b\)](#)

Dispositivo

Na notação FHIR, um dispositivo é a informação que distingue um recurso administrativo desenvolvido com a finalidade de auxiliar a prestação de cuidados de saúde. Dependendo do grau de detalhe que seja requerido para a sua distinção, poderão ser guardados campos como identificação única do dispositivo, número de modelo e fabricante, ainda que esta informação não seja utilizada no contexto em que se insere. [FHIR \(2019c\)](#)

Paciente

Os dados angariados para o recurso compreendem a informação demográfica necessária para apoiar os procedimentos administrativo, financeiro e logístico. Esta informação deverá ser gerida por diferentes serviços ou organizações dentro do ambiente clínico. A natureza da informação armazenada pode estar sujeita à política interna ou legislação em vigor. [FHIR \(2019e\)](#)

Tarefa

As Tarefas são recursos com referência às atividades que podem ser realizadas no contexto clínico identificadas pelo código de portaria definido pelo [SONHO](#). A sua natureza pode variar entre a execução de um exame (TAC, Ressonância), a prestação de um serviço de cuidado (pensos, suturação), consultas de rotina, entre outros. [FHIR \(2019i\)](#)

2.4 REVISÃO DE LITERATURA SOBRE AGENDAMENTO EM AMBIENTE HOSPITALAR

Esta secção define um conjunto de regras base a considerar no desenvolvimento da plataforma que, de modo a providenciar uma maior diversidade nos modos de agendamento, devem ser implementadas em simultâneo. A sua referência provém da análise de literatura sobre a otimização do agendamento na saúde e tem o propósito de clarificar os mais recentes avanços e considerações na área.

Esta definição foi utilizada por [Du et al. \(2018\)](#) e [Tang et al. \(2014\)](#) na modelação de um sistema de otimização do agendamento de serviços de diagnóstico médico, com base no custo da satisfação dos pacientes e a sua noção será tida em conta no processo de desenvolvimento da plataforma.

2.4.1 *Tipos de Pacientes*

De modo a estabelecer uma ordem de prioridade, serão divididos por três categorias:

- **Tipo A:** pacientes em situação de emergência;
- **Tipo B:** pacientes, tanto internados como provenientes de consulta externa, com marcações prévias;
- **Tipo C:** entradas no serviço de urgência.

2.4.2 Alocação de períodos temporais em Agendas

Regras aplicáveis a slots temporais

Conjunto de regras a ter em consideração aquando da reserva de slots temporais em agendas, relacionados a um **Grupo de Agendamento (GA)**.

- **Múltiplo:** capacidade *multi-slot* para marcação de consultas, com horas de início e término constantes.
- **Variável:** capacidade *multi-slot*, com horário variável. Adequado para a previsão de horários de urgência ou para marcação de consultas abertas.

Intervalo de tempo por tipo de consulta/exame

- **Estático:** implica a definição de uma média estimada da duração de uma consulta ou exame e é útil para todas suas iterações. Aplicável para procedimentos de duração semelhante.
- **Dinâmico:** Casos em que a duração média de um exame apresente uma variância elevada devem ser alocados com um intervalo de tempo dinâmico.

2.5 APLICAÇÕES DE AGENDAMENTO

A presente secção serve para relatar um estudo de algumas aplicações já existentes no mercado, que apresentem especificidades semelhantes às ao projeto proposto, com a intenção de estabelecer um meio de comparação e

2.5.1 AGFA Healthcare

A AGFA Healthcare é a sucursal da empresa belga Agfa-Gevaert que desenvolve **SIH**. Enquanto que as suas soluções sejam aplicáveis quase exclusivamente em torno de serviços de imagem médica, **Csenar (2019)**, publicou um estudo que prevê a composição de um **SIH** de agendamento em ambiente hospitalar com base na norma de interoperabilidade hospitalar **FHIR**.

A aplicação web permite aos funcionários hospitalares ou prestadores de cuidados de saúde a gestão de marcações e pedidos eletrónicos. A ferramenta permite o agendamento eficiente de exames e procedimentos médicos em diversos recursos e departamentos do meio. A utilização da plataforma garante a simplificação do processo de agendamento através da implementação de fluxos otimizados. A instalação e manutenção são serviços simples, por se tratar de uma aplicação web. **AGF (2021)**

Seguem-se alguns dos pontos fulcrais da plataforma:

- **Agendamento rápido de procedimentos complexos:** O agendamento de marcações ao longo de diferentes recursos e departamentos é permitido ao longo de dias, semanas ou meses. Esta funcionalidade é particularmente importante no agendamento de consultas de avaliação e exames de um paciente das áreas da medicina nuclear, radioterapia ou imagem médica.
- **Resolução de sobreposições:** Resolução de conflitos devido à sobreposição de exames ou consultas numa agenda.
- **Tratamento de marcações:** Processamento em larga escala de marcações para envio de convocatórias por SMS ou e-mail.
- **Agendamento a distância:** A natureza web da plataforma permite o acesso às operações de agendamento desde que o dispositivo esteja conectado à internet.
- **Proteção de dados:** O acesso a informação confidencial é protegido por um conjunto de regras de utilizadores, configuráveis para o meio. A gestão de acessos através registo de operações de cada utilizador permite ações de avaliação de segurança e auditoria da plataforma.

2.5.2 CLIN1 *Healthcare Information Management Solutions*

A empresa CLIN1 está sediada nos Estados Unidos da América e desenvolve software para laboratórios e ambientes clínicos desde 1987. A sua oferta envolve aplicações de análise laboratorial, toxicologia, farmácia, entre outros.

A aplicação de agendamento e gestão de tarefas oferece uma interface dinâmica e intuitiva e que promete grande flexibilidade nas suas operações.

Dentro das suas funcionalidades, destacam-se a designação de comportamentos específicos por departamento, que permitem a definição de regras específicas de agendamento e o desencadeamento de operações automatizadas. Um exemplo é a criação de questionários para pacientes de cirurgia ou documentos informativos sobre o procedimento a ser executado.

De modo semelhante à aplicação da Agfa Healthcare, são oferecidos componentes de deteção e resolução de conflitos de marcações, assim como o registo de operações executadas por utilizador para fins de auditoria e manutenção da segurança da informação gerida pela plataforma.

Um dos pontos oferecidos pela aplicação é a possibilidade de gestão de acesso a recursos por parte de utilizadores ou grupos de utilizadores, mediante a sua área de especialidade ou serviços prestados. A norma de interoperabilidade utilizada é uma versão não especificada da oferta da [HL7. CLI \(2021\)](#)

2.6 POLÍTICAS AFETAS AO DESENVOLVIMENTO DA PLATAFORMA

Esta secção refere algumas decisões que a política interna do ambiente hospitalar deve tomar. Heasley (2011) defende no seu estudo que a preponderância dos fatores externos no agendamento é tal que torna a sua otimização num problema NP-Completo, concluindo que em casos semelhantes, o atendimento de requisitos específicos do meio hospitalar é mais benéfico do que a implementação de algoritmos mais generalizados.

Tipo de Agendamento

- **Estático:** Apenas permite a marcação de consultas numa data anterior à atual, solução passível de implementação em meios hospitalares controlados, sem serviços de urgência.
- **Dinâmico:** Toma em consideração o estado instantâneo do sistema e permite alterações às marcações com base na necessidade de atendimento urgente um ausência do paciente.

Ajustes relativos a faltas de comparência

- **Sobrelotamento:** Possibilidade de marcação de consultas que exceda o número máximo previsto de consultas para a agenda. Na eventualidade de falta de comparência, dá-se a preferência a pacientes excedentários e é a solução ideal para manter uma taxa de ocupação elevada.
- **Ajustar slots seguintes:** Adequação da fila de espera na colmatação de faltas de comparência, promovendo a entrada direta do próximo paciente em espera.

Ajustes relativos a emergências e entradas na urgência

- **Reserva de slots pré-determinados:** Designação de períodos de atendimento urgente dentro de cada agenda.
- **Ajustar slots seguintes:** Surgimento de situações de emergência (prioritárias no atendimento) resulta no adiamento dos pacientes em fila de espera.

Tempos de espera e inatividade

Consideram-se por fatores externos todo o tipo de condicionantes que afetem negativamente o tempo em fila de espera dos pacientes e tempo de inatividade dos profissionais de saúde. Cayrli and Veral (2003) identificam no seu estudo as medidas de desempenho a notar na definição de um SA, o tempo médio de espera de pacientes, decorrido antes do início

da consulta, tempo de fluxo de pacientes, média da duração total da consulta, tempo de inatividade dos profissionais de saúde e horas extraordinárias de serviço. A estocasticidade da entrada de pacientes no serviço de urgências e em situação de emergência tem sido relatada como um dos problemas na otimização destas medidas e a sua gestão é um tópico obrigatório na aproximação do seu desenvolvimento. (Mardiah and Basri, 2019)

METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO E FERRAMENTAS

A natureza de uma pesquisa científica e a sua solidez e potencial relevância têm como pilar estrutural o rigor e metodologia pelos quais se regem quando é levada a cabo. A metodologia *Design Science (DS)* desempenha um papel central no desenvolvimento e gestão de *SI*. [Winograd \(2006\)](#)

A pesquisa no campo das *TI* orientada pelo paradigma de *DS* é fundamentalmente proativa e tem como objetivo a criação de objetos que dilatam as capacidades humanas e sociais, como forma de as simplificar e tornar mais acessíveis. [Hevner \(2004\)](#)

3.1 METODOLOGIA DESIGN SCIENCE RESEARCH

A *Design Science Research* é uma metodologia de pesquisa que propõe um conjunto específico de regras para o desenvolvimento de aplicações da área das *TI*. O seu principal objetivo é a maximização das capacidades funcionais e de desempenho de um aplicação.

Em primeira instância, deve ser reconhecida a identificação de dois processos e quatro produtos, fundamentais na definição de *DS*.

Os processos são a construção, referente ao processo de desenho de uma ferramenta específica para alcançar um objetivo, e a avaliação, a determinação da capacidade da ferramenta para execução do objetivo proposto. Por sua vez, os produtos caracterizam-se como abstrações, modelos, métodos e implementações. A conceptualização ou abstração é a semântica que delimita os objetos a serem desenvolvidos, sendo utilizada na descrição de termos e fluxos de operação. Os métodos referem-se ao modo de execução de tarefas com um determinado objetivo enquanto que, por sua vez, os modelos e implementações são os resultados finais da instanciação em produtos específicos com o objetivo de perpetrar as tarefas definidas para o seu uso. [March \(1995\)](#); [Hevner \(2004\)](#)

3.2 OBJETIVOS - DSR

Hevner et al. (200); March (1995) discutem na sua pesquisa um conjunto de diretrizes fundamentais no desenvolvimento de problemas segundo a metodologia adotada. O conjunto seguinte de pontos foi adaptado desses artigos e explica clara e concisamente os passos necessários para a abordagem ao problema.

Design de um artefacto

Um dos objetivos da DSR é a produção de uma solução viável, seja na forma de conceito, modelo, método ou instância.

Relevância do Problema

Outro objetivo da DSR é o desenvolvimento de soluções tecnológicas para problemas relevantes e atuais.

Avaliação da Solução

A utilidade, qualidade e eficácia da solução devem ser demonstradas segundo métodos de avaliação bem executados.

Contribuições de Pesquisa

De modo a ser considerada relevante, a DSR deve incorporar contribuições claras e comprovadas na área em que se insere.

Rigor de Pesquisa

A pesquisa deve ser fundamentada através da aplicação de métodos rigorosos de construção e avaliação da solução

Design como Processo de Pesquisa

A construção de uma solução viável requer a utilização de meios disponíveis para obtenção da solução final e satisfazer as regras impostas pela área em que se insere o problema.

Comunicação da Pesquisa

Todo o processo de pesquisa deve ser devidamente apresentado tanto a especialistas na sua parte tecnológica e de gestão como a aos seus destinatários.

3.3 JSON E XML

JSON e XML são formatos de transmissão e designação de dados textuais cuja independência de linguagens de programação os tornaram dos mais versáteis métodos de transferência de informação.

A especificação do protocolo HL7 FHIR e a sua instanciação foram desenvolvidas partindo de ambos estes formatos. O projeto desenvolvido no âmbito da dissertação faz uso do formato JSON como definição e modelação da informação transmitida, pela sua facilidade de conversão para objetos da linguagem de JavaScript e menor impacto no tamanho dos dados transmitidos.

A tabela 4, adaptada de Goyal et al. (2017), compara os dois formatos textuais e elucida a escolha de JSON como o formato preterido.

Campo	XML	JSON
Parsing	Relativa dificuldade de parsing por parte de dispositivos.	Dispositivos muito eficazes no parsing de objetos.
Definição	Dados definidos por Tags, resultam num maior custo de transmissão de dados.	A definição de pares chave-valor torna o formato mais leve para transmissão e mais fácil de entender.
Transmissão de dados	Desempenho afetado linearmente com o tamanho dos documentos transmitidos.	Alto desempenho na transmissão de dados.
Suporte de estruturas de dados complexas	Não suportado.	Suporta definição de tipos de dados e listas.
Compactação	Rápida.	Muito rápida de leve.
Orientação	A orientação ao documento foca a parte estrutural dos dados.	A orientação aos dados permite a sua definição fora de contexto do documento, reduzindo o seu tamanho.

Tabela 4: Comparação entre JSON e XML, adaptado de Goyal et al. (2017).

3.4 DOCKER

A reprodutibilidade de um sistema pode ser descrita como a possibilidade de repetir um determinado processo em ambientes distintos com a intenção de observar os mesmos factos. Mais especificamente, no contexto da área das TI o desenvolvimento de aplicações de software depende frequentemente da integração de algoritmos, ferramentas ou protótipos provenientes de autores distintos. Mais ainda, o desenvolvimento de software e a sua implementação dependem diretamente do ambiente onde serão inseridos. A título de

exemplo e dentro do contexto em que se insere o projeto desenvolvido, existe a necessidade de integrar a aplicação dentro de diferentes ambientes hospitalares. Cada um destes possui diferentes configurações de rede privada, diferentes localizações de bases de dados entre outros.

O Docker é um serviço open source de virtualização ao nível de um sistema operativo que permite a reprodução de software em pacotes, designados por containers. Estes pacotes são serviços comparáveis a máquinas virtuais compactas que permitem a configuração de um ambiente computacional, dependências e bibliotecas necessárias para a execução de uma aplicação dentro de um contexto específico, intitulados de imagens. A totalidade da configuração de uma imagem é descrita dentro de um ficheiro específico, o dockerfile. Uma imagem Docker pode ser distribuída entre sistemas Linux e qualquer sistema operativo compatível. [Cito et al. \(2016\)](#)

3.5 NEXTGEN CONNECT

A ferramenta open source Nextgen Connect, previamente conhecida como Mirth Connect Engine é uma ferramenta multi plataforma de integração da área da saúde destinada à integração de diferentes recursos. A sua configuração é feita através de uma interface de utilizador simples de utilização, com acesso rápido a definições pré definidas de uso geral. A ferramenta é de elevada utilidade no contexto em que se insere e permite as operações de envio e receção de mensagens [Transmission Control Protocol \(TCP\)](#), leitura e escrita de ficheiros e a redação de scripts de JavaScript não só para as operações de [Input/Output \(I/O\)](#) mas também durante esses processos.

No contexto do presente projeto, a exploração do protocolo [TCP](#) permite o filtro e roteamento de mensagens e a sua transformação de acordo com um conjunto específico de regras. As estruturas de dados e as versões das aplicações em utilização diferem entre unidades hospitalares e a correta interpretação dos dados é fulcral para o bom funcionamento da aplicação em desenvolvimento e a sua interoperabilidade. Os canais desenvolvidos através da ferramenta Nextgen Connect servem de middleware entre certos serviços desenvolvidos para a [RESTful API](#) do sistema. [Peixoto et al. \(2020\)](#)

3.6 FULL STACK DEVELOPMENT

O desenvolvimento web é o processo de criação de websites para a internet ou redes privadas (intranet). Este processo engloba os passos de design web e de conteúdo, programação de serviços de cliente e servidores, gestão e administração de bases de dados, configuração e implementação de métodos de segurança, entre outros.

As tarefas de um programador Full Stack podem ser divididas em duas áreas de maior relevo. O desenvolvimento frontend ou servidor cliente é a implementação da interface gráfica, secção visual da aplicação, com a qual os seus utilizadores interagem. Esta área compreende, para além do design, a estruturação de dados e conteúdo e implementação da camada funcional da aplicação. Por outro lado, o desenvolvimento backend refere-se à elaboração da camada de processamento da aplicação. As tarefas executadas pelo servidor são invisíveis ao utilizador e a comunicação entre os dois serviços é efetuada através de protocolos de permuta de dados. É frequente a implementação de uma camada de controlo de dados que faz a ligação entre o serviço e as bases de dados que o suportam.

3.7 RESTFUL API

RESTful API é um tipo de arquitetura que define um conjunto de regras com vista a melhorar o desempenho, disponibilidade e escalabilidade de sistemas distribuídos web. Com base no paradigma cliente-servidor, em que aplicações (clientes) enviam pedidos **HTTP** ao servidor, que por sua vez os executa e age consoante o seu tipo, designa uma interface uniforme para os componentes de um sistema com base em quatro regras: a identificação de recursos, operação de recursos através da sua representação, comunicação auto-denominada e a utilização de Hypermedia como representação do estado da aplicação. [Salvadori and Siqueira \(2015\)](#)

O acesso às operações de um serviço **RESTful API** é feito através de **Unified Resource Identifier (URI)**, sob a forma de ligação web padrão. A figura 4 ilustra os diferentes parâmetros necessários para a construção de um link que deve ser reconhecido pela **RESTful API** e o seu domínio acessível através da rede em que se insere o sistema.

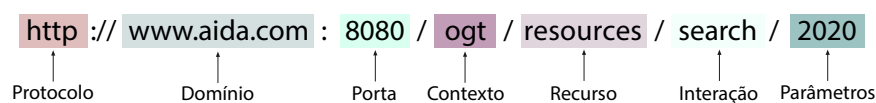


Figura 4: Construção de link de acesso à **RESTful API**

Os recursos são abstrações que representam a informação sobre a qual operam as aplicações **RESTful API**, identificáveis e o seu conteúdo pode ser acedido através da interface da aplicação. O acesso aos recursos não é feito diretamente, mas sim através da sua cópia, replicada a partir do estado da aplicação num dado momento. Esta representação pode estar definida em diferentes formatos como **XML**, **JSON**, **HTTP**, entre outros.

O **FHIR** é definido pela especificação **RESTful API**, com base na generalidade do uso do termo. Sendo um protocolo de informação, o **FHIR** depende da declaração estrutural de recursos e interfaces o que, mesmo não estando de acordo com os princípios de **RESTful API**, é essencial na implementação de interoperabilidade em diferentes sistemas.

A API descreve os recursos **FHIR** como um conjunto de operações, formas de interação entre o cliente e o servidor. As entradas individuais são agrupadas por tipo e geridas pelo mesmo controlador, que por sua vez arbitra as interações possíveis por tipo de dados.

De seguida, na tabela 5, listam-se os conjuntos de interações possíveis especificados em **FHIR**. **FHIR** (2019j)

Interação	Descrição
Interações ao nível das instâncias de recursos	
read	Leitura do estado atual de um recurso.
vread	Leitura do estado de uma versão específica de um recurso.
update	Alteração de recurso existente por identificador (ou sua criação caso não exista).
patch	Atualização de um recurso promovendo diversas alterações ao seu estado.
delete	Eliminação de recurso.
history	Listagem do histórico de alterações a um recurso.
Interações com tipos de recursos	
create	Criação de recurso e atribuição de identificador único.
search	Pesquisa de tipos de recursos com base em filtros por categoria.
history	Listagem de alterações a determinado tipo de recurso.
Interações com o sistema	
capabilities	Listagem dos tipos de interações existentes por recurso ou tipo.
batch/transaction	Operações Create, Read, Update, Delete (CRUD) a conjuntos de recursos.
history	Listagem de alterações a todas as especificações da arquitetura.
search	Pesquisa ao longo de todos os elementos da estrutura do sistema.

Tabela 5: Operações **FHIR** sobre recursos, adaptado de **FHIR** (2019j)

Após o envio de um pedido, a aplicação cliente aguarda o seu processamento e envio de uma resposta gerada a partir do servidor. Esta deve conter informação relativa ao sucesso ou falha da execução da operação e a mensagem gerada, uma de erro na eventualidade desta ocorrência aquando do processamento ou a resposta ao pedido sob a forma de **JSON**.

3.8 FERRAMENTAS DE DESENVOLVIMENTO

Em concordância com a especificação do projeto proposto e como forma de melhorar as ferramentas atualmente em utilização nos hospitais públicos em Portugal, foram desenvolvidos dois sistemas dependentes entre si para a execução da plataforma.

O serviço de backend, desenvolvido em Node JS¹, é uma **RESTful API** capaz de mediar pedidos **HTTP** específicos relacionados com a gestão do módulo de agendamento da plataforma **AIDA**. É, para além do serviço do qual depende todo o funcionamento da plataforma **AIDA OGT**, utilizado como suporte a outras aplicações e serviços da plataforma cuja especificação implique a geração ou leitura de informação referente ao contexto do agendamento hospitalar.

Como forma de tornar mais intuitivo o processo de gestão de informação relativa ao agendamento, foi desenvolvida em conjunto com profissionais de saúde pública de diversas zonas do país, uma aplicação web, **AIDA OGT**, capaz de interpretar toda a informação proveniente de serviços **AIDA** (gestão de acessos e agendamento) e reproduzir os fluxos de trabalho necessários para a gestão de agendas e execução de marcação de exames e consultas.

De seguida, apresentam-se brevemente as ferramentas utilizadas para o alcance dos objetivos propostos, sendo a sua importância explicada no contexto do desenvolvimento do projeto.

3.8.1 Base de Dados

O processo de gestão de agendamento hospitalar requer, como pré-requisito, a disponibilidade de uma larga escala de dados. Informação demográfica de pacientes, executantes e recursos hospitalares são alguns dos exemplos de dados necessários para o agendamento de consultas ou exames.

A inserção deste projeto no âmbito da plataforma **AIDA** foi um dos fatores preponderantes na escolha do **SGBD Oracle**. O sistema, desenvolvido pela Oracle Corporation, é um sistema de gestão de bases de dados relacional, no qual dados são armazenados em tabelas relacionadas entre si por um conjunto de regras lógicas. A sua aplicação é frequentemente utilizada, para além do propósito de armazenamento e gestão de dados através do processamento transaccional em tempo real, como suporte a estruturas de **Data Warehousing**. Esta característica, ainda que a sua exploração se encontre em fase de teorização e desenvolvimento, está prevista no propósito da plataforma desenvolvida como forma de implementação de uma camada de **Business Intelligence (BI)** capaz de produzir informação analítica relevante para o contexto do agendamento e utilização de recursos hospitalares. **ORA (2005)**

¹ <https://www.nodejs.org/>

No desenvolvimento do presente projeto, foram utilizadas as ferramentas DataGrip² e SQL Developer³ na criação e gestão das tabelas de dados afetas à plataforma.

3.8.2 Programação em Node JS

O crescente grau de popularidade de desenvolvimento de aplicações web tem promovido a introdução de ferramentas com melhores capacidades de processamento, configurações de segurança e facilidade de desenvolvimento.

O Node JS é um software open source multi plataforma para compilação e execução de código Javascript. É ideal para o desenvolvimento de serviços backend para interação e processamento de informação em tempo real e de alta escalabilidade. [Shah and Soomro \(2017\)](#)

Como forma de não sobrecarregar o processo de desenvolvimento e tirar o máximo partido do paradigma open source, é possível a inclusão de módulos desenvolvidos por utilizadores para facilitar a acessibilidade a certos aspetos da linguagem. Este modelo, designado por [Node Package Manager \(NPM\)](#), é importante no desenvolvimento de software pois, por um lado, reduz a carga de trabalho dos intervenientes no processo de desenvolvimento, como também permite o acesso a métodos mais eficientes e escaláveis.

Dependência node-oracledb

Um dos exemplos a referir no contexto do [AIDA OGT](#) é o módulo de integração com bases de dados Oracle. Este módulo permite, a partir de funções e métodos documentados a criação e gestão de conexões de uma ou várias instâncias a uma [Base de Dados \(BD\)](#) Oracle e tomar partido da execução de queries [Structured Query Language \(SQL\)](#) para a sua administração.

3.8.3 Framework Vue JS

O Vue JS⁴ é um framework de JavaScript para a implementação de interfaces de utilizador e [Single Page Applications \(SPA\)](#), baseado na arquitetura de software [Model View ViewModel \(MVVM\)](#). A vantagem de utilização de um framework progressivo para a implementação de páginas web é a significativa simplicidade de renderização progressiva de páginas da interface. No ciclo de construção de uma página web, alterações de elementos em tempo real são, de modo geral, operações dispendiosas de recursos computacionais. O Vue JS simplifica este processo através da virtualização de componentes estruturais das páginas

² <https://www.jetbrains.com/datagrip/>

³ <https://www.oracle.com/pt/database/technologies/appdev/sqldeveloper-landing.html>

⁴ <https://www.vuejs.org/>

a serem renderizadas e efetuando as alterações necessárias nessa instância para que possa rapidamente substituir o ficheiro original. [Song and Zhang \(2019\)](#); [JS \(2019\)](#)

Para além do acima relatado, convém mencionar a versatilidade do framework e a oferta de soluções modulares para o desenvolvimento. Abaixo listam-se alguns dos elementos utilizados como complementos da aplicação.

- **Router:** Módulo de roteamento da aplicação. Permite a definição de links acessíveis na plataforma e quais parâmetros podem aceitar. Também permite a implementação de uma verificação de segurança primária, através do bloqueio ao acesso à plataforma pela parte de utilizadores cujas credencias não tenham sido verificadas ou cujo acesso lhes seja impossibilitado.
- **Store:** Representação de variáveis de estado da aplicação. Útil no armazenamento rápido de informação que seja acedida com frequência como a informação do utilizador autenticado e configurações pessoais. Pode recorrer à memória física do dispositivo que está a correr a aplicação para este processo.
- **Variáveis de Ambiente:** Permite a definição de variáveis globais da plataforma, tanto pela recorrência à sua utilização como por razões de segurança. Esta última deve-se ao facto da utilização das variáveis de ambiente para armazenar endereços privados de acesso tanto a serviços externos como privados da aplicação. A confidencialidade desta informação é impreterível na manutenção da segurança dos serviços cujo domínio é privado.

Ainda que como componente estrutural do desenvolvimento o Vue JS seja muito completo, tem as suas limitações no seu segmento de design. A integração de uma biblioteca de design de interfaces é preterível de modo a melhorar e simplificar o processo de design da plataforma. Para este efeito, foi escolhido a a biblioteca Vuetify, pela simplicidade de implementação e concordância com o conjunto de regras Material para o desenho de interfaces.

FullCalendar

Como parte de maior relevo no processo de agendamento, foi necessária a integração de um componente de gestão e visualização de marcações na extensão da plataforma. O FullCalendar é um componente que permite a instanciação visual de calendários interativos e a sua versatilidade e funcionalidade superiorizam-se em relação a outras possibilidades estudadas.

ARQUITETURA E REQUISITOS

De acordo com a proposta do presente projeto de dissertação e de modo a completar os seus requisitos foi desenvolvida uma aplicação web, denominada [AIDA OGT](#), com o intuito de colmatar a necessidade de agendamento em ambientes hospitalares que prestem serviços de exame de diversas áreas de especialidade.

Para que tal seja possível, é necessário manter tanto o registo de [MCDT](#) realizáveis em cada dia da semana como o dos pacientes que pretendem ser examinados nesses períodos.

A natureza do sistema a implementar provém de fluxos de eventos comuns em ambiente hospitalar. A necessidade de reavaliação de um paciente após uma dada consulta, através de exames a realizar, é um acontecimento frequente em certos domínios da medicina.

Por outro lado, certas especialidades tais como a Fisiatria beneficiam do agendamento de exames por bloco e da definição de várias sessões do mesmo tratamento. O agendamento por bloco implica a definição de manchas horárias nas quais serão realizados os tratamentos e um conjunto de pacientes que presenciarão os tratamentos. Para tratamentos individuais com periodicidade, devem definir-se regras de recorrência, como por exemplo o agendamento diário ou semanal num período horário de um ou mais dias da semana.

O fluxo inicial de requisição de [MCDT](#) provém sempre da consulta de um profissional de saúde a um paciente. Em certo ponto da consulta, é feito um pedido ao sistema com toda a informação relevante para a sua definição (Identificações do Profissional e Paciente, tipos de [MCDT](#) e data limite para a sua realização). A partir da coleção de pedidos não atendidos, os administrativos do meio hospitalar definem as datas de realização manual ou automaticamente.

O propósito do sistema implica também a definição das manchas horárias relativas aos recursos do meio hospitalar, devido à relação entre o fluxo de agendamento de um recurso e a sua disponibilidade para determinado tipo de exames de uma especialidade. Para além do volume de consultas previsto é necessário ter em conta a possibilidade de entradas de urgência e uma forma eficiente de cobrir ausências a marcações.

O protótipo foi baseado numa ferramenta já existente, também distribuída pela [AIDA](#). A necessidade de implementação e melhoria de funcionalidades foi o motivo principal da procura por um solução nova. A título de exemplo, é comum a definição de regras aliadas

às diferentes vagas de uma agenda, de modo a otimizar a utilização dos recursos. Não existindo a possibilidade de criação de estas regras, tornava-se impraticável a gestão de agendas, sendo necessário recorrer-se armazenamento externo desta informação. Outra limitação visível era o facto de ter sido desenvolvida recorrendo a ferramentas mais antigas e não suportadas pelos browsers mais modernos.

4.1 REQUISITOS DO SISTEMA

O presente capítulo serve de vista geral dos requisitos definidos para o projeto. Em primeiro lugar, serão apresentados os requisitos funcionais gerais necessários para o alcance dos objetivos propostos, que representam as funcionalidades implementadas, seguidos da listagem de requisitos não-funcionais, objetivos do desenvolvimento da plataforma.

4.1.1 *Requisitos Funcionais*

A dissertação tem como objetivo o desenvolvimento de uma aplicação web que visa fornecer a ambientes hospitalares um meio de agendamento de exames. Define-se, também, como objetivo principal a otimização dos processos implicados no conceito. Como forma de melhor estruturar e apresentar os requisitos funcionais do sistema, dividir-se-ão objetivos mais específicos.

Implementação

- **Aplicação Web:** A plataforma a desenvolver deverá ser implementada como uma aplicação web.
- **Base de Dados:** Devido às implementações tanto do [SONHO](#) como próprias dos hospitais públicos em Portugal, o [SGBD](#) escolhido é o OracleDB.

Autenticação

- Validação de credenciais de utilizador através dos serviços de autenticação [AIDA](#);
- Gestão das competências de utilizador mediante o seu acesso.

Gestão e Visualização de Agendas

- **Criação e Edição de Agendas:** Criação de agendas parametrizadas segundo a especificação [FHIR](#), bem como a sua edição;
- **Criação e Edição de Slots:** Adição de slots temporários segundo os parâmetros associados à agenda e a sua edição;

- **Definição de Regras de Slots:** Associação de regras de agendamento a slots;
- **Bloqueio e Remoção de Slots:** Funcionalidades de bloqueio e remoção de slots através da seleção de um intervalo temporal e de cada instância, com indicação do seu motivo;
- **Navegação na agenda:** Possibilidade de navegação na agenda através de funções de zoom in/zoom out, ir para anterior/próxima semana e remissão para data escolhida;
- **Identificação de Slots por equipa associada e bloqueio:** A cada slot dever fazer-se corresponder um código de cor que permita a rápida identificação a equipa à qual está associado ou do seu estado de bloqueio;
- **Indicadores de disponibilidade:** Apresentação da contagem de slots disponíveis para diferentes intervalos (presente semana, mês e totalidade da agenda);
- **Taxas de ocupação diárias:** Identificação da taxa de ocupação por dia da agenda, utilizando cores sugestivas;
- **Filtro por propriedades:** Filtro de slots apresentados na agenda com base nos seus parâmetros ou regras;
- **Descrição completa de marcações:** Apresentação de toda a informação sobre cada marcação de uma agenda;
- **Cancelamento e Remarcação:** Possibilidade de cancelamento de uma marcação mediante a apresentação de um motivo ou sua remarcação;
- **Emissão de Convocatórias:** Geração de documentos prontos a enviar ao paciente com informação acerca da sua marcação.

Agendamento

- **Filtro e ordenação de pedidos por parâmetros:** Possibilidade de aplicação de filtros ou ordenação da listagem de pedidos para agendar com base em parâmetros (nome do paciente, número do processo/episódio, tarefa, especialidade, entre outros);
- **Processamento de Pedidos:** Possibilidade de envio de pedido para triagem ou a sua eliminação mediante apresentação de justificação;
- **Agendamento centralizado:** Possibilidade de agendamento de múltiplos exames para o mesmo paciente;
- **Filtros e indicação de disponibilidade de vagas:** Filtro de vagas para agendamento por parâmetros e indicação da disponibilidade de agendamento por dia.

4.1.2 Requisitos Não-Funcionais

Segue-se a listagem dos requisitos não-funcionais exigidos para o desenvolvimento do projeto.

- **Usabilidade:** O Sistema a desenvolver deverá ser fácil de utilizar e as interações deverão ser ações simples e claramente explicitadas. O facto da execução da aplicação ser feita através de um web browser implica a compatibilidade com os browsers mais comuns.
- **Fiabilidade:** Dada a natureza e importância dos dados geridos pela aplicação, é absolutamente necessário garantir a máxima fiabilidade e consistência destes. A sua segurança é de igual importância e a negação de acesso tem de ser implementada para filtrar acessos não autorizados.
- **Desempenho:** A estrutura do projeto implica a manutenção e transação de quantidades avultadas de dados. O código desenvolvido deverá estar otimizado de forma a reduzir ao máximo o tempo de cada operação. Esta otimização é de maior importância em operações de escrita de informação, dada a necessidade de alta disponibilidade e fidelidade da informação armazenada.
- **Manutenção:** O desenvolvimento da aplicação deve ser feito tendo em conta alterações futuras à sua estrutura de dados e melhorias no sentido da sua usabilidade. Todo o projeto deverá ter uma documentação técnica que facilite o entendimento da sua estrutura e a possibilidade de realização de operações de manutenção ao software.

4.2 ARQUITETURA

Este capítulo apresenta a arquitetura da plataforma desenvolvida, detalhando os seus componentes estruturais. A figura 5 esquematiza os componentes e ligações estabelecidas entre si.

4.2.1 Frontend Server

A camada de apresentação é o serviço com o qual o utilizador final interage com a plataforma. Este serviço é composto por três tipos de elementos:

- **Código Hypertext Markup Language (HTML):** Definição de componentes visuais;
- **Código Cascading Stylesheet (CSS):** Estilo aplicado aos componentes definidos pelo código HTML;

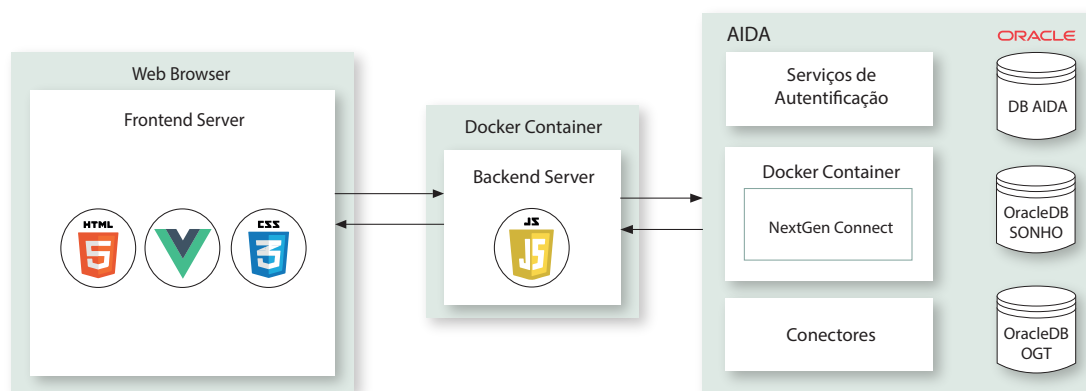


Figura 5: Arquitetura da plataforma [AIDA OGT](#)

- **Scripts em Javascript:** Lógica e controlo das interações possíveis com os componentes.

É através da interação com a camada de apresentação que é mediada a comunicação com o serviço backend, através de pedidos [HTTP](#).

A introdução de credenciais de acesso à plataforma e o controlo da sessão do utilizador também são ações integradas neste componente da plataforma.

4.2.2 Backend Server

A camada de lógica e controlo da aplicação é a peça principal no controlo de informação e roteamento de pedidos. Os serviços oferecidos não são exclusivos à aplicação de frontend, fornecendo soluções para que serviços externos possam aceder e manipular informação das tabelas de agendamento. A implementação de um serviço com características de [RESTful API](#) permite a interoperação com sistemas externos e a integração de informação útil nesses sistemas. Alguns dos casos em utilização são a visualização de slots/marcações para um determinado executante ou equipa de trabalho, agendamento automático de exames e o acesso direto a certas funcionalidades do [AIDA OGT](#), sem necessidade de autenticação.

Do ponto de vista de segurança, foi implementada a proteção de rotas com a colaboração do pacote Passport JS, módulo de autenticação que permite a validação de credenciais de utilizador a partir de diferentes estratégias, sendo introduzido como middleware nas rotas do servidor. Quando uma rota é acedida, o módulo lê e valida as credenciais e age de acordo com o seu nível de acesso.

A verificação de credenciais é feita através da adição de um token (denominado [JSON Web Token \(JWT\)](#)) que, aquando do login por parte de um utilizador, é associado a todos os pedidos [HTTP](#) provenientes dessa sessão. Este token contém informação cifrada que

permite identificar o utilizador no contexto do sistema, sem por em causa a segurança da sua informação pessoal.

Por fim, todas as operações de gestão de informação e conexão às bases de dados do [AIDA OGT](#) deverão ser mediadas pelo servidor de backend. Estão disponíveis e documentadas todas as funções [CRUD](#) por recurso e tipo de dados, assim como listagens de contexto específico.

4.2.3 *NextGen Connect/Mirth*

Assim como já referido, o Nextgen Connect é uma ferramenta da área da saúde destinada à integração de diferentes recursos. A integração da plataforma em diferentes hospitais pode significar que o armazenamento de dados externos à plataforma, mas importantes para o decorrer de certos fluxos, seja feito com base em diferentes versões da mesma estrutura de dados ou até estruturas diferentes. Com vista a resolver potenciais conflitos desta natureza, procedeu-se à implementação de uma instância de um serviço Nextgen Connect.

Os dados geridos pelo serviço são externos ao contexto do agendamento, sendo aplicados em exclusivo ao módulo de emissão de convocatórias. Este é capaz de analisar a estrutura de dados vigente no ambiente hospitalar em que está inserido e convertê-la num formato pré-definido pronto para ser consumido pela aplicação.

4.2.4 *Base de Dados Oracle*

A implementação do sistema apresentado tem como pré-requisito a instalação de uma base de dados OracleDB, configurada de acordo com a especificação de dados definida na figura 6.

Os dados relativos ao agendamento garantem na totalidade a execução de todas as funções definidas para o efeito. No caso do módulo de emissão de convocatórias, é necessário o armazenamento de informação relativa aos pacientes do ambiente hospitalar. Esta informação pode ser obtida a partir de ligações às bases de dados do [SONHO](#) através dos serviços [AIDA](#).

4.2.5 *Estrutura de Dados*

A figura 6 esquematiza, sob a forma de modelo entidade relacionamento, a estrutura de dados definida para suporte do [AIDA OGT](#) e o modo como a informação se relaciona.

As tabelas referentes aos recursos disponíveis do ambiente hospitalar [OGT_CARETEAM](#), [OGT_PRACTITIONER](#), [OGT_TASK](#), [OGT_DEVICE](#) e [OGT_LOCATION](#) são alusivas, respetivamente, às equipas de trabalho dentro dos diversos serviços hospitalares, executantes,

tarefas ou **MCDT** executados, dispositivos próprios do ambiente hospitalar e locais em que é possível levar a cabo as marcações efetuadas. Esta última tabela deve armazenar informação que não só identifique o local mas também o descreva geograficamente, sendo esta importante para a geração automática de convocatórias para envio aos pacientes.

Uma das tabelas de maior relevo no âmbito do projeto é a **OGT.WORKLIST**, tabela de armazenamento de todos os pedidos efetuados serve como meio de seleção de pedidos cujo estado se enquadra no fluxo de agendamento, de entre os quais se salientam a necessidade de geração e associação de episódios de hospital de dia, pronto a agendar ou para reagendamento. Os pedidos são importados de uma tabela que faz o registo de todos os pedidos de um hospital e são mantidos na tabela **OGT.WORKLIST** até à sua conclusão, seja por anulação ou concretização da marcação. Este processo foi desenhado tendo em conta o desempenho da aplicação que, dada a elevada quantidade de dados armazenados na tabela prévia de pedidos, demonstrou uma melhoria significativa dos tempos de carregamento de dados a partir da implementação.

A estrutura de uma agenda recorre a três tabelas:

- **OGT_SCHEDULE:** Identifica as diferentes agendas existentes no meio. A criação de uma agenda implica a sua inserção numa especialidade e categoria de serviço, filtros utilizados para listar agendas na aplicação mediante o utilizador autenticado. A descrição do horário de uma agenda permite identificar e limitar dinamicamente cada agenda aquando do seu carregamento. Os relacionamentos com os recursos hospitalares permitem limitar as ligações possíveis entre entradas da tabela **OGT_SLOT** e esses recursos, sendo que apenas são permitidas associações que estejam definidas também entre a tabela **OGT_SCHEDULE** e as tabelas de recursos.
- **OGT_SLOT:** Definição de manchas horárias para agendamento dentro de uma agenda. Permite, sob o formato **JSON**, a definição de regras extraordinárias que limitem as possibilidades de agendamento nesse espaço, como o agendamento de exames com/sem contraste, a limitação por género ou idade do paciente, entre outros. A inclusão destas regras permite não só um maior controlo sobre cada mancha horária como também maior fidelidade em relação ao fluxo atual de gestão de agendas. A correta configuração de regras de slots é utilizada por determinadas áreas de especialização para o agendamento automático de exames.

O slot pode apresentar os estados de livre, quando está disponível para aceitar marcações, ocupado quando tem pelo menos uma marcação associada ou bloqueado, que representa a impossibilidade de agendamento para esse espaço de tempo.

A criação de um slot implica também a definição do número máximo de vagas disponíveis, sendo que cada marcação num slot apenas ocupa uma vaga. Quando exista a possibilidade de executar mais do que um exame no mesmo espaço de tempo ou a

natureza deste implique uma multiplicidade de pacientes, deve definir-se a ocupação máxima do intervalo. Durante o processo de agendamento, os slots cujo total de marcações efetuadas seja inferior ao seu máximo de vagas serão disponibilizados para agendamento. Ainda que esteja prevista a sobrelotação de espaços temporais, esta prática não é recomendada e apenas deverá ser implementada caso o meio hospitalar em que a aplicação está implementada o requerir.

- **OGT_APPOINTMENT:** Tabela de armazenamento de todas as marcações efetuadas. Cada marcação tem de estar obrigatoriamente associada a pelo menos um slot, sendo possível a associação com vários. A marcação de consultas pode ser efetuada de diferentes modos, sendo o mais comum o agendamento singular. A marcação de consultas pode ser feita a partir da seleção de vários pedidos de um paciente para facilitar o seu encadeamento, denominado agendamento múltiplo. Além disso, é possível converter e importar marcações de outras aplicações e, como referido anteriormente, agendar exames automaticamente.

O resto das tabelas foi gerado a partir do processo de normalização da base de dados, culminando na criação de dez tabelas intermédias, que mediam os relacionamentos das tabelas OGT_SLOT e OGT_SCHEDULE e as tabelas referentes aos recursos hospitalares.

Por não estar diretamente inserida no módulo de agendamento, toda a informação necessária para a emissão de convocatórias foi deixada de parte do modelo entidade relacionamento da figura 6.

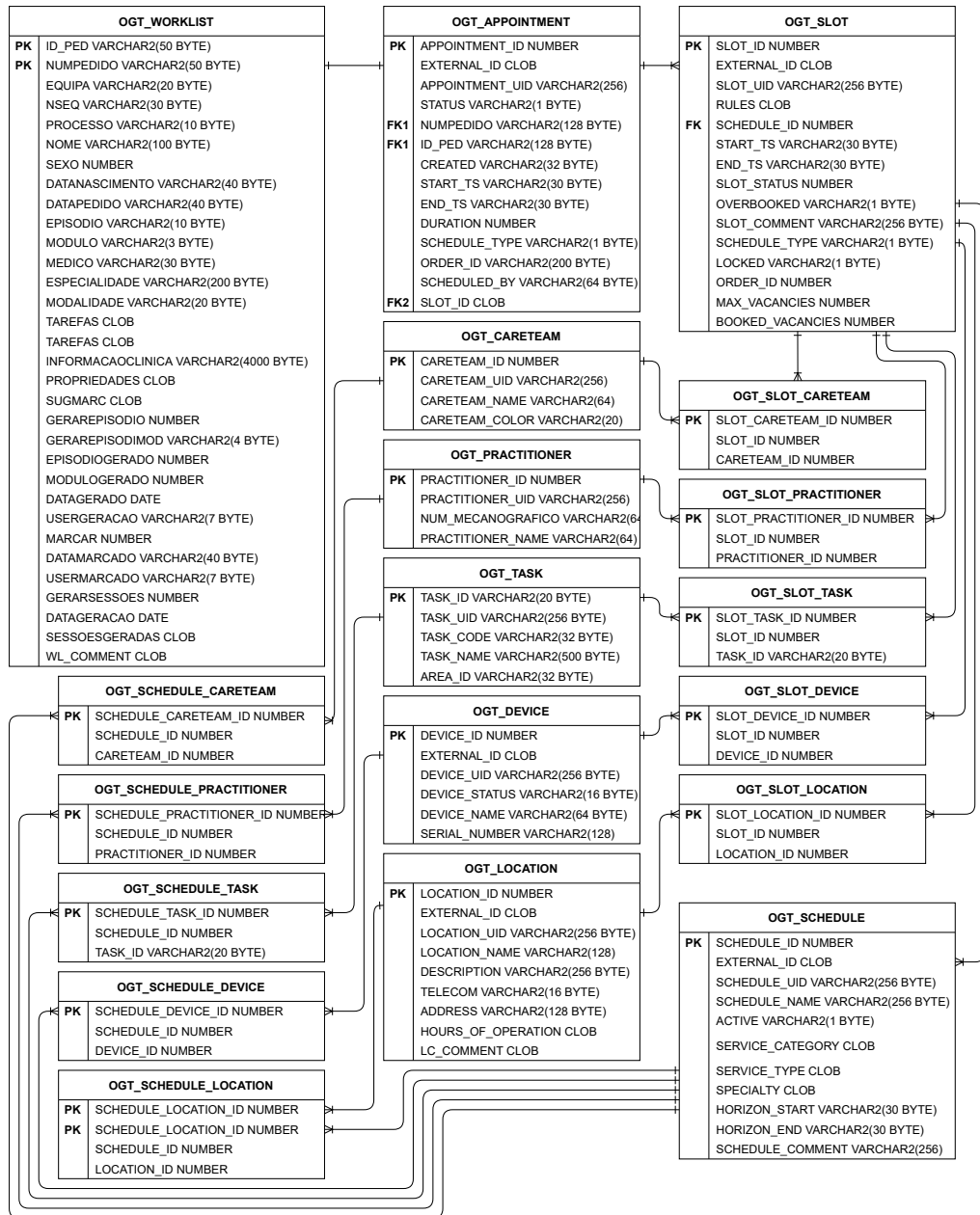


Figura 6: Modelo Entidade Relacionamento AIDA OGT

ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Neste capítulo é apresentado e discutido o projeto desenvolvido no âmbito da dissertação. A apresentação do projeto consiste na introdução dos elementos da aplicação de maior relevância e a sua contextualização nos requisitos funcionais da proposta. Para este efeito, são inseridos alguns excertos da plataforma e explicadas as suas funcionalidades.

A discussão dos resultados obtidos está dividida em duas secções. Inicialmente é feita uma análise crítica à adequação das ferramentas e componentes utilizados ao desenvolvimento do projeto, sublinhando tanto os pontos a favor da sua utilização como as suas desvantagens. A secção seguinte consiste numa reflexão sobre a implementação do ponto de vista interno e ponto de vista externo, comparando o estado da aplicação com potenciais concorrentes e destacando as suas características.

5.1 IMPLEMENTAÇÃO

A presente secção serve de exibição e explicação dos diversos componentes e funcionalidades da plataforma, que se divide em três secções de maior relevo, os componentes de gestão e visualização de agendas e de agendamento. O encadeamento da apresentação dos componentes é feito pela ordem de precedência necessária para o processo de agendamento: é necessário, em primeiro lugar, configurar as agendas do ambiente em que a aplicação se insere, para que depois seja possível agendar e gerir marcações dentro dessas mesmas agendas.

A implementação do serviço de cliente foi alcançada através da utilização exclusiva do framework de Javascript Vue JS. A concretização do design gráfico de todos os componentes da aplicação foi feita com recurso ao framework Vuetify.

5.1.1 *Autenticação*

A utilização da plataforma é exclusiva a utilizadores credenciados de cada unidade hospitalar. A página inicial de acesso à plataforma é o formulário de autenticação que, através do serviço

de verificação de credenciais fornecido para todas as aplicações AIDA, permite limitar o acesso aos componentes sempre que esta seja acedida sem que as credenciais de acesso sejam fornecidas e devidamente autenticadas.

O primeiro passo, executado antes da renderização de cada página da aplicação, é a verificação da presença e caducidade do **JWT**. Sempre que haja uma falha neste passo, a página de login é chamada automaticamente, assegurando a integridade e segurança da informação da aplicação, uma vez que nunca são invocadas as rotas da **RESTful API**.

A autenticação de utilizadores é maioritariamente executada a partir deste componente, mas não exclusivamente. A **AIDA** oferece uma plataforma de integração de aplicações dentro do seu âmbito que inclui o **AIDA OGT**. Dado que a implementação dos mecanismos de segurança de autenticação de credenciais é semelhante para as aplicações do âmbito da **AIDA**, utilizadores autenticados podem aceder a todo o conteúdo do **AIDA OGT**, desde que estejam devidamente autenticados e possuam credenciais de acesso à plataforma. Esta funcionalidade é tornada possível através da partilha do **JWT** adquirido previamente que é, aquando da tentativa de acesso à plataforma **AIDA OGT**, devidamente validado através de um serviço de validação de credenciais externo.

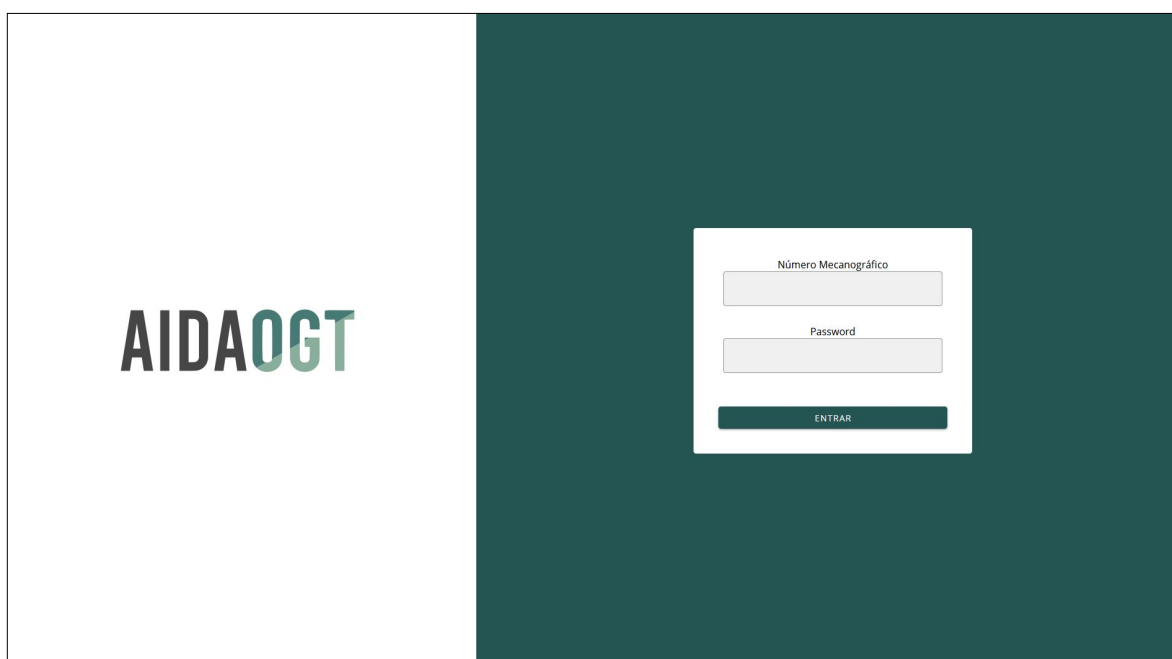


Figura 7: Página de autenticação

Após a autenticação na aplicação com sucesso, o utilizador é redireccionado para a página inicial, representada na figura 8.

5.1.2 Página Inicial

The screenshot displays the AIDAOGT application interface. At the top, the user is logged in as 'Dr. António Chaves'. The main content is divided into two sections: 'Agendas' and 'Últimos Pedidos Agendados'.

Agendas Table:

Nome	Horário	Vagas Livres	Próxima Vaga Disp.	Última Vaga Disp.	Ver	Gerir
RM 140	08:00 - 23:00	28	2021-01-05 08:45:00	2021-06-09	↗	🗄️
TAC SU	08:00 - 21:00	10	2021-06-06 08:15:00	2021-06-10	↗	🗄️
RM 33	08:00 - 20:00	77	2021-05-23 08:30:00	2021-05-28	↗	🗄️
RM 242	08:00 - 23:00	69	2021-03-28 08:00:00	2021-04-02	↗	🗄️
TAC INT	08:00 - 21:00	21	2021-01-05 10:30:00	2021-01-09	↗	🗄️
TAC SU	08:00 - 21:00				↗	🗄️
RM GERAL	08:00 - 20:00				↗	🗄️
RM EXT	08:00 - 23:00	193	2021-01-10 08:00:00	2021-01-31	↗	🗄️
TAC	08:00 - 21:00				↗	🗄️
RM	08:00 - 20:00				↗	🗄️

Últimos Pedidos Agendados Table:

Agenda	Nome	Processo	Vaga	Agendado em	Ver	Convocatória
RM 140	Jerlene Spidle	3333940	2021-01-08 09:45:00	2020-12-10 17:57:06	↗	🗄️
RM EXT	Amie Brousseau	2948246	2021-01-21 08:00:00	2020-12-10 17:57:06	↗	🗄️
RM EXT	Amie Brousseau	2948246	2021-01-21 08:30:00	2020-12-10 17:57:06	↗	🗄️
RM EXT	Amie Brousseau	2948246	2021-01-21 09:30:00	2020-12-10 17:57:06	↗	🗄️
TAC SU	Kathey Dyess	2789598	2021-06-06 10:00:00	2020-12-08 16:19:29	↗	🗄️
TAC SU	Kathey Dyess	2789598	2021-06-06 11:00:00	2020-12-08 16:19:29	↗	🗄️
RM 140	Lesia Snelgrove	686492	2020-12-08 11:00:00	2020-12-07 22:46:06	↗	🗄️

Figura 8: Página inicial pós autenticação

A página inicial serve como roteador para os componentes da aplicação e permite a execução de funções de acesso rápido. A barra superior com o logótipo da aplicação e o botão de logout é fixa e é parte integrante de todos os componentes. O logótipo da aplicação permite, a qualquer momento, aceder à página inicial da aplicação.

A barra lateral esquerda contém dois botões de acesso direto aos componentes de criação de agendas e listagem geral de pedidos.

É possível identificar pela figura 8 duas tabelas de informação. A primeira tabela dispõe as agendas às quais o utilizador tem acesso, fornecendo os seguintes dados:

- **Nome:** Identificador da agenda;
- **Horário:** Horizonte de planeamento diário;
- **Vagas Livres:** Número total de vagas disponíveis, contadas a partir do momento em que é feito o carregamento dos dados. O número está inserido num rótulo colorido que indica, mediante a sua cor a necessidade de expansão das vagas da agenda;
- **Próxima Vaga Disponível:** Data e Hora da próxima vaga disponível;

- **Última Vaga Disponível:** Data da última vaga disponível que, à semelhança do número de vagas livres se encontra inserido num rótulo de cor variável que indica a proximidade da última vaga disponível da agenda;
- **Ver:** Redireção para o componente de visualização da agenda selecionada;
- **Gerir:** Redireção para o componente de gestão da agenda selecionada.

A segunda tabela lista os últimos pedidos agendados pelo utilizador, os quais são apresentados por nome do paciente e respetivo número de processo. Adicionalmente, é possível visualizar mais detalhes da marcação, nomeadamente a agenda na qual o pedido foi marcado, bem como a data e hora da marcação e o momento em que foi efetuado o registo. A ordenação da lista é feita, por defeito, pela data e hora do momento de agendamento, no entanto, é possível ordenar a lista por qualquer um dos campos acima mencionados.

A penúltima coluna da tabela permite a redireção para o componente de visualização da agenda em que a marcação foi efetuada, sendo esta aberta na data da marcação. Por fim, a última coluna permite a geração automática de uma convocatória em formato [Portable Document File \(PDF\)](#) a entregar ao paciente. Este botão é acessível em diversas partes da aplicação, quando existe informação sobre uma marcação. A geração de convocatória é executada numa nova página. Primeiramente, são obtidos todos os dados necessários para a definição do utilizador, através do serviço NextGen Connect, descrito inicialmente na secção 4.2.3. O sucesso na obtenção desta informação permite à aplicação a construção automática de um documento que deverá fazer-se chegar ao paciente.

5.1.3 *Gestão de Agendas*

O componente de gestão de agendas é dos mais relevantes para o fluxo de agendamento. A correta parametrização de slots de agendas é um dos aspetos fundamentais para a otimização do fluxo de agendamento. A figura 9 ilustra a vista inicial do componente de gestão de uma agenda já configurada.

À semelhança de outros componentes da aplicação, encontra-se dividido em 3 partes. A aplicação foi desenhada para ser utilizada em computadores de uso pessoal independentemente do tamanho ou proporção do seu ecrã, contudo, a sua utilização em dispositivos de tamanho inferior é limitada. Dada a quantidade de informação e funcionalidades disponíveis nos componentes, a responsividade do tamanho dos componentes aquando da sua utilização em smartphones ou tablets implica a redução das funcionalidades nestes formatos. Esta regra é aplicável a todos os componentes da aplicação.

A barra lateral esquerda é composta por três secções, que foram agrupadas por fazerem referência direta aos slots da agenda a gerir. No topo encontra-se um calendário que serve

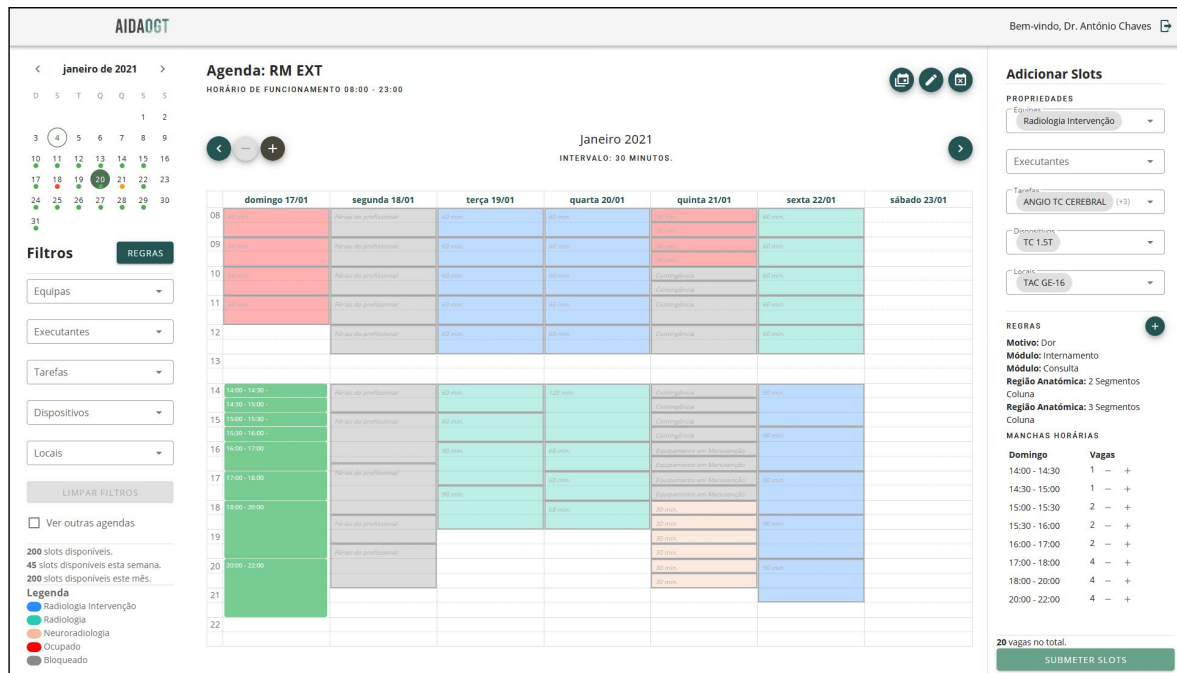


Figura 9: Ecrã de gestão de agendas

de apoio ao componente central, a agenda. O calendário permite a rápida mudança entre datas, afetando os dias apresentados na agenda.

Cada dia do calendário com slots agendados apresenta, na parte inferior do número referente ao dia, um pequeno círculo colorido que representa a taxa de ocupação desse dia. O cálculo da taxa de ocupação de um dia é feito através da divisão entre o somatório de slots bloqueados ou cujas vagas estejam ocupadas na sua totalidade e o número total de vagas desse dia. A cor do círculo difere consoante o cálculo, sendo utilizada a cor vermelha para taxas de ocupação superiores a 80%, laranja entre 40% e 80% e verde, quando a taxa é inferior aos 40%. O calendário destaca também a data selecionada, num tom escuro de verde com preenchimento e a data de hoje, circundada pela mesma cor.

Na parte central da barra é possível filtrar os slots apresentados pelas suas características. Para além dos filtros por equipa de trabalho, executante, tarefas passíveis de execução, dispositivos e locais, é possível filtrar pelas regras definidas para os slots, determinadas dinamicamente através dos slots em disposição.

Por fim, são apresentadas algumas indicações sobre os slots: as contagens de slots disponíveis para o resto da agenda, semana e mês. Estes servem como auxílio para mais facilmente se entender a quantidade de pacientes que é possível encaixar num dado horizonte de planeamento. É também feita dinamicamente uma legenda da agenda, para melhor se entender a equipa afeta aos slots definidos.

A barra do lado direito contém todos os elementos necessários para a configuração e submissão de slots. A escolha das manchas horárias a agendar é feita clicando em horários disponíveis do calendário central. A figura 9, no espaço representado na coluna de domingo, entre as 14:00 e as 22:00, ilustra alguns slots selecionados para agendamento.

A informação associada com os slots é opcional para os parâmetros de equipa, executante, tarefa, dispositivo e local. Por defeito, é definida uma vaga por slot, valor que pode ser editado.

A definição de regras para slots é feita numa janela deslizante e permite a definição de limitações dos slots selecionados. A gestão das regras disponíveis é feita numa aplicação externa ao *AIDA OGT* e é exclusivamente utilizada na parametrização de slots de determinadas especialidades para a marcação automática de consultas e exames. A sua implementação serviu como prova de conceito e prevê-se a generalização do seu uso para a totalidade das agendas do sistema.

A unidade central do ecrã é a área de visualização e gestão de manchas horárias de uma agenda. A agenda é um componente versátil que apresenta vários pontos de interação.

No topo do componente, é possível identificar, oposto ao nome e horário de operação da agenda, três botões que abrem, em painel deslizante, os componentes de replicação e remoção de slots e edição de agenda (os quais serão abordados em detalhe seguidamente). Mais abaixo encontram-se alguns botões de controlo da agenda. Os botões + e - permitem a ampliação ou diminuição da escala de intervalo da agenda, enquanto que os botões <e > permitem a navegação para a próxima e anterior semanas.

Com vista na otimização dos tempos de carregamento das agendas, tendo em conta a quantidade de dados que cada slot pode suportar e os vastos horizontes de planeamento, o carregamento de slots é feito apenas para a semana em disposição na agenda. Esta funcionalidade permite o rápido acesso às agendas e permite atenuar a carga imposta em operações de base de dados.

O planeamento de agendas em ambiente hospitalar tem uma particularidade que permite um incremento significativo no tempo dispendido na configuração de agendas. Sublinhado por *Csenar (2019)* e corroborado pelos administrativos hospitalares que acompanharam o processo de desenvolvimento, o planeamento de agendas em ambiente hospitalar é feito entre as frequências semanal e mensal, isto é, a definição de slots temporais numa agenda é uma operação cíclica, sendo que, por vezes, o mesmo modelo semanal é aplicado a meses de operação.

Com base neste requisito, foi criado um componente da gestão de agendas para criação de slots temporais cujo âmbito é a replicação de uma semana já definida. Isto permite a administrativos copiar integralmente todas as características de slots de uma semana para o intervalo temporal desejado.

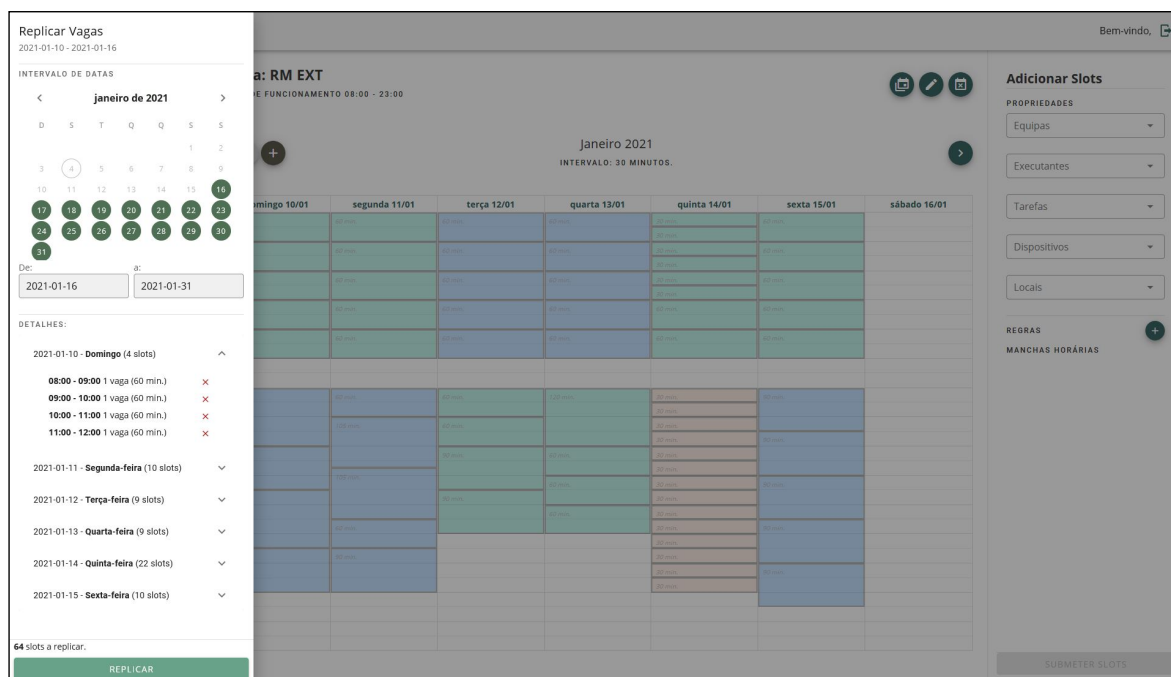


Figura 10: Replicação de Slots numa agenda

O componente de replicação de agendas (figura 10) está implementado como um barra lateral deslizante dividida em duas secções: a primeira permite a escolha do intervalo de datas para o qual serão copiados os slots e o segundo detalha algumas informações sobre os slots a ser criados como as suas horas, vagas e duração. Este quadro permite também a seleção dos slots a serem replicados que são obtidos a partir da semana em disposição na agenda.

Através da agenda, é possível executar funções sobre os slots de um determinado dia. As operações designadas são o bloqueio e desbloqueio e remoção de slots e a sua definição num componente de seleção múltipla foi feita de modo a simplificar estes processos. O menu de edição de dia, presente na figura 11 permite seleccionar os slots dispostos em duas tabelas, relativas ao período da manhã e tarde para facilitar a seleção de slots nesses períodos. As operações de remoção e bloqueio de slots apenas são permitidas a determinados utilizadores e carecem da declaração de um motivo para a sua execução. Esta informação é guardada num campo textual das entradas da tabela OGT_SLOT, junto com a data da operação e utilizador.

A remoção de vagas de uma agenda pode também ser feita ao longo de um determinado intervalo de tempo, como sugere a figura 12. Para esse efeito, é permitido a determinados utilizadores a seleção de duas datas que servem de limitação para a procura de slots de uma agenda. Estes slots são, posteriormente, ordenados por dia e deve ser feita uma escolha dos



Figura 11: Edição de Slots em determinado dia

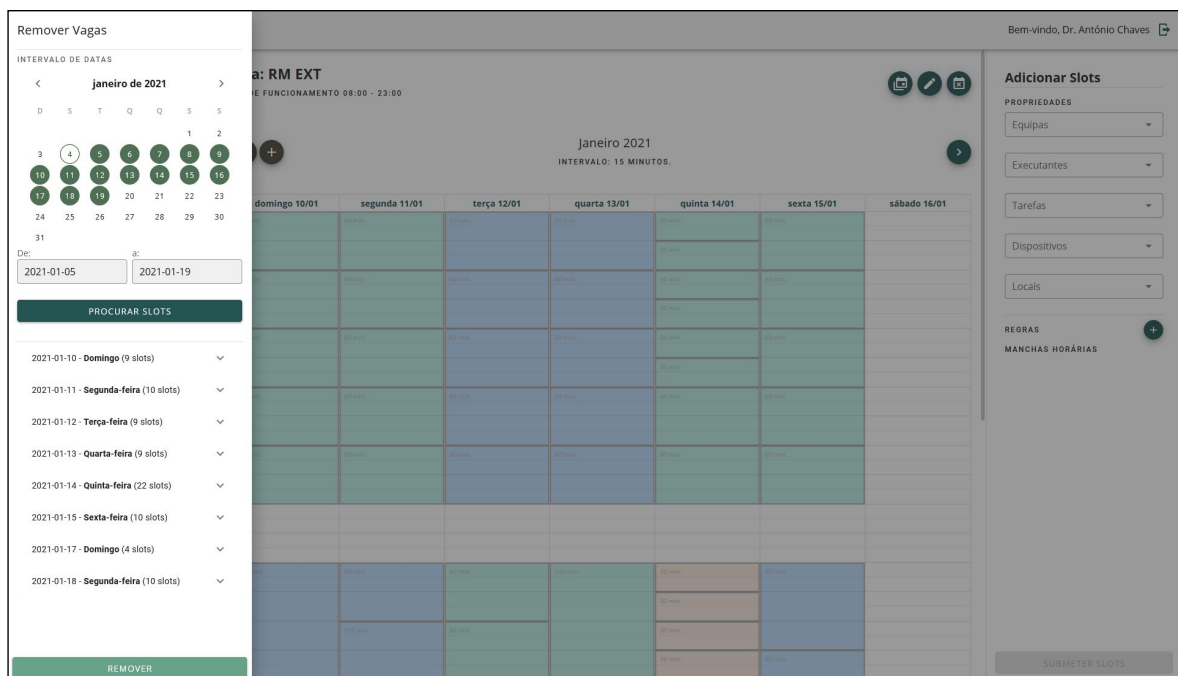


Figura 12: Remoção de Slots numa agenda

slots que se pretende remover. Para isso, basta selecionar os slots que não se enquadram na operação e retirá-los da lista.

Em qualquer altura da utilização da plataforma, é possível editar as propriedades gerais de uma agenda. O componente de edição, apresentado na figura 13 permite a edição instantânea das seguintes propriedades:

- Nome da Agenda;
- Horário de Funcionamento;
- Equipas de Trabalho;
- Executantes;
- Tarefas;
- Dispositivos;
- Locais.

O formulário de edição de propriedades de um slot é semelhante ao de edição de propriedades de agenda e permite a rápida alteração de equipas de trabalho, executantes, tarefas, dispositivos e locais associados ao slot. As alterações efetuadas no menu, representado na figura 14, são aplicadas ao slot com efeito imediato.

As propriedades associadas aos Slots de uma agenda permitem fazer uma seleção da disponibilidade ao longo das diferentes agendas, contrastando com os parâmetros de cada pedido os slots disponíveis que, por sua vez serão retornados aquando do agendamento. A definição dos diferentes parâmetros é obrigatória no caso das propriedades e opcional para as regras de Slots. A obrigatoriedade da definição de propriedades foi estabelecida com base em diferentes concepções. Por um lado, a declaração das equipas de trabalho e executantes afetos a cada espaço temporal permite a geração automática dos seus respetivos horários. Este ponto é benéfico por agrupar duas ações que previamente se distinguiam e, assim, reduzir a carga de trabalho sobretudo na definição dos horários de trabalho dos recursos humanos do ambiente hospitalar. Por outro lado, a diversidade de locais nos grandes centros hospitalares tem um significativo impacto na geração de convocatórias para marcações. Ao associar diretamente o local com a sua direção é possível fazer com que a impressão da convocatória assuma automaticamente este parâmetro e o seu preenchimento no documento. Por fim, o correto preenchimento das regras permite aplicar uma maior granularidade no filtro de slots disponíveis para agendamento de um pedido. Estas refletem parâmetros específicos, por vezes diretamente associados com diferentes serviços de execução, permitem definir mais especificamente pontos particulares que podem estar associados com a informação dos pacientes, exames a executar e proveniência dos pedidos.

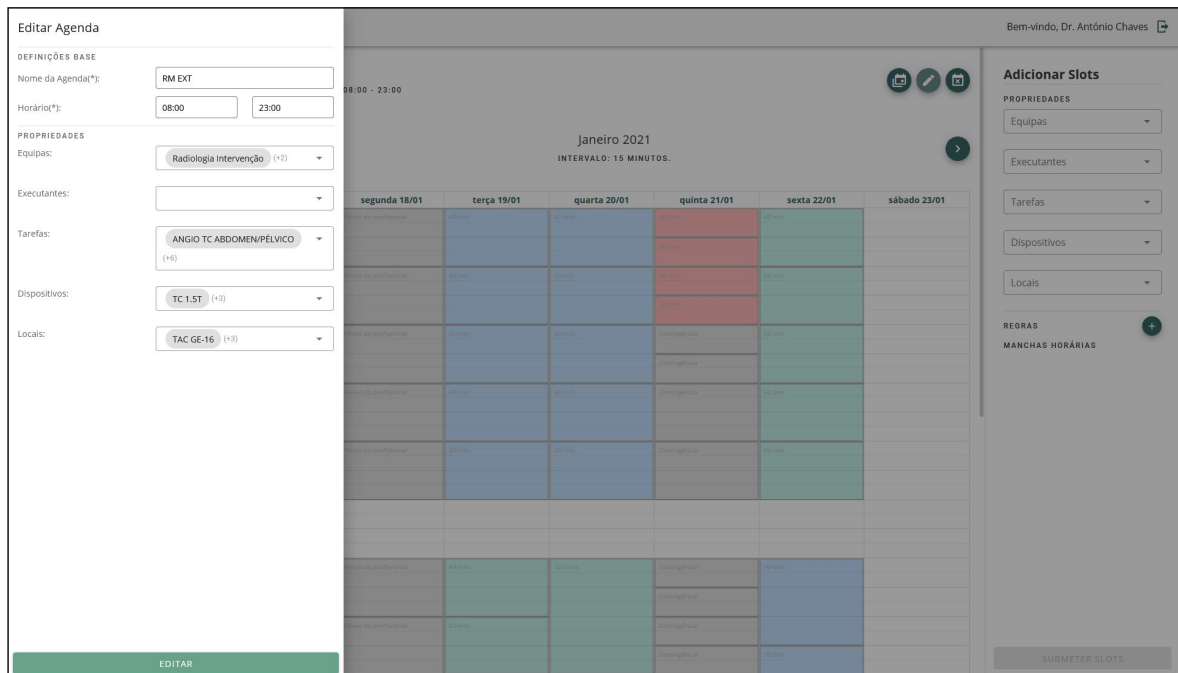


Figura 13: Edição de propriedades de Agenda

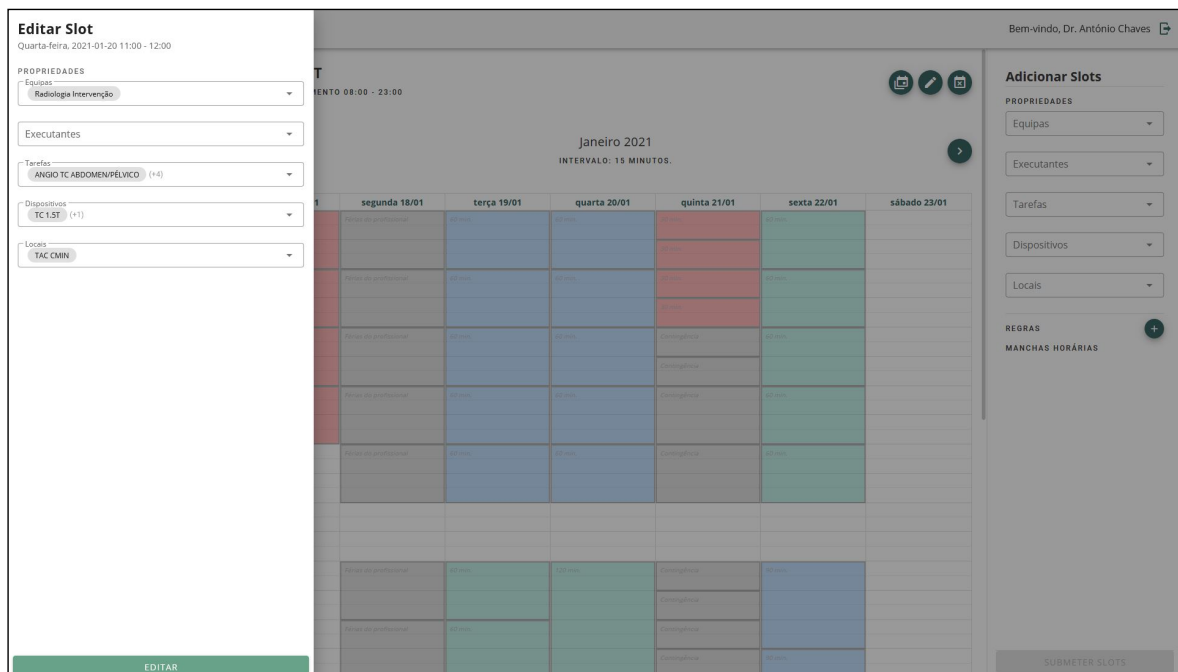


Figura 14: Edição de propriedades de Slot

5.1.4 Visualização de Agendas

Embora com uma orientação gráfica semelhante ao componente de gestão de agendas, o ecrã de visualização de agendas serve um propósito distinto, tal como ilustrado na figura 15. De modo a facilitar a separação as funções de gestão de slots e marcações e limitar o acesso ao componente de gestão de agendas na sua totalidade, optou-se pela definição de um componente paralelo com vista a gerir as marcações de uma agenda.

O desenho do ecrã foi feito de acordo com os parâmetros mencionados anteriormente de responsividade e fidelidade ao layout. A barra lateral afixada do lado esquerdo do ecrã é semelhante à do componente de gestão de agendas e permite a utilização das mesmas funcionalidades de seleção de dias da agenda e exibição de taxas de ocupação diárias, assim como aplicação de filtros aos slots e marcações do intervalo de tempo apresentado na agenda. Ao centro, mantêm-se os botões de visualização da agenda (ir para semanas anterior ou próxima, aumentar e diminuir o intervalo de visualização), no entanto, a interação com a agenda apenas comporta funcionalidades de gestão de marcações.

A barra lateral direita ordena, crescentemente por dia da semana, as marcações efetuadas para a agenda no intervalo de tempo exibido. Para cada marcação, é possível a emissão rápida de convocatória, à semelhança da página inicial. Para esse efeito, antes do pedido de emissão, é possível verificar a integridade dos parâmetros definidos para a convocatória e adequá-los perante as necessidades do exame agendado. Para além da verificação da informação pessoal do paciente em questão e consoante o tipo de exame a executar, é possível adicionar informação com destaque (designado por autocolante) e panfletos informativos dedicados que podem conter pequenos questionários ao paciente para submissão, caso seja necessária a adequação do exame.

As marcações presentes na agenda podem ter os seguintes tipos:

- **Agendamento Manual Singular:** Pedido agendado independentemente;
- **Agendamento Manual Múltiplo:** Pedido agendado em encadeamento com outros pedidos do paciente;
- **Agendamento Automático:** Agendamento efetuado automaticamente através da chamada da função da [RESTful API](#) para o efeito;
- **Pedido Importado:** Pedido proveniente da importação de módulos de agendamento distintos;
- **Pedido Reagendado:** Qualquer um dos tipos de pedidos anteriores que tenha sido reagendado.

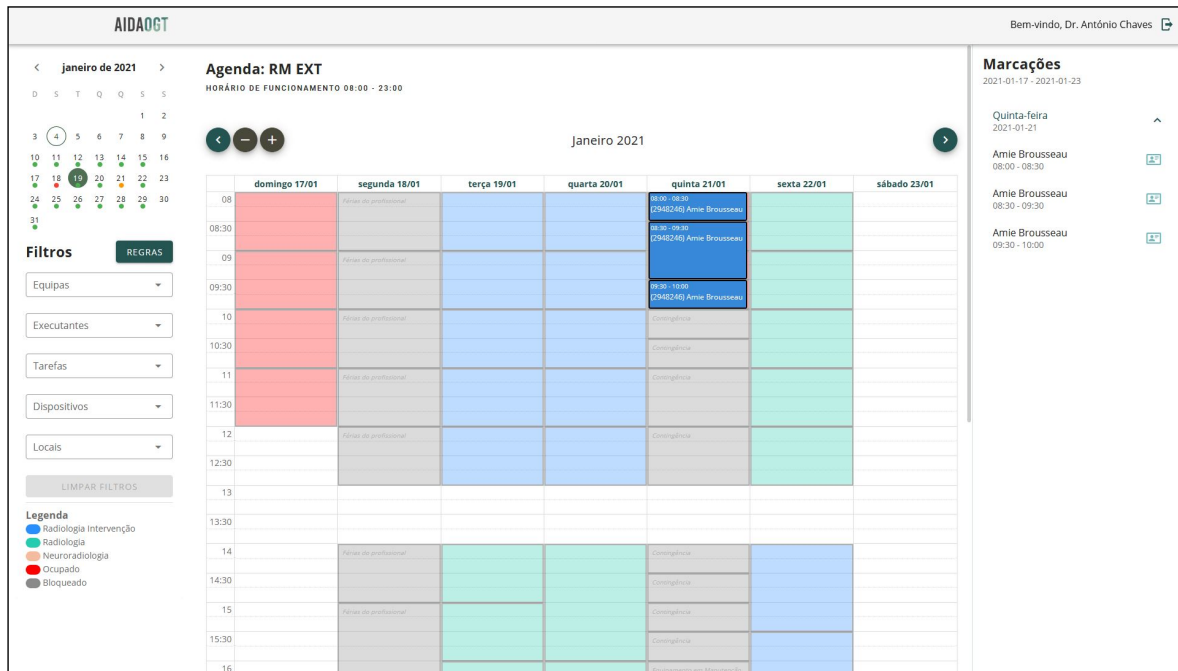


Figura 15: Componente de visualização de agendas

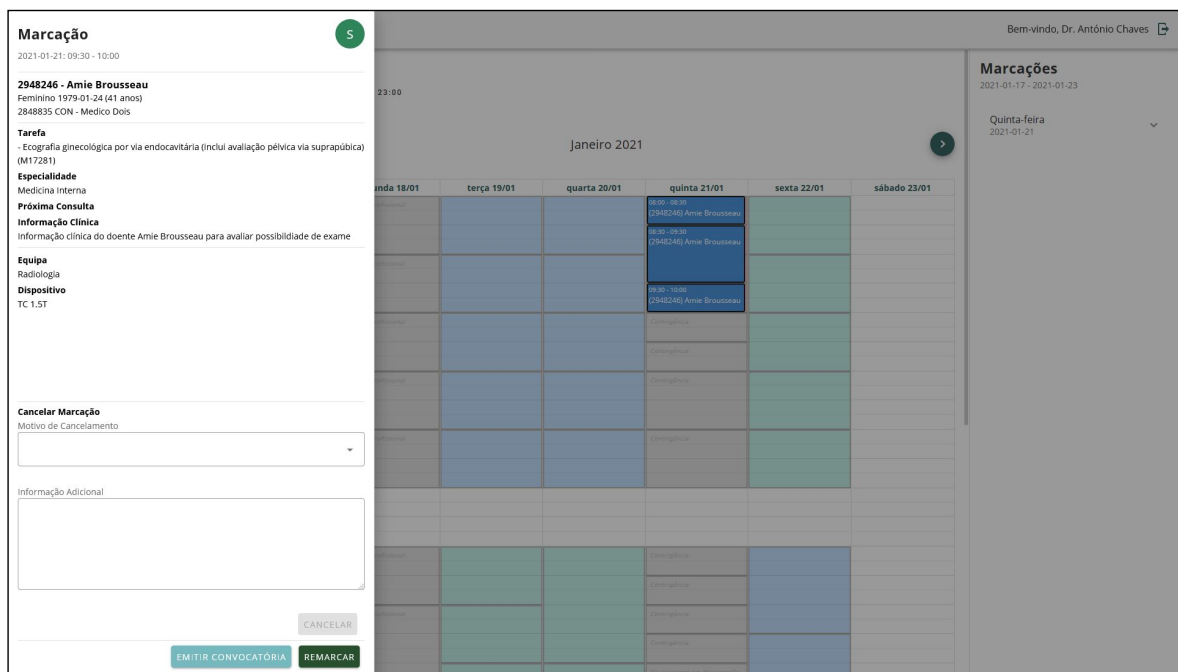


Figura 16: Gestão de Marcação

5.1.5 Agendamento

O módulo de agendamento é o componente principal de utilização da aplicação. Tem como base uma iteração anterior também desenvolvida dentro do AIDA e o propósito da implementação foi a otimização do fluxo de agendamento, numa tentativa de aumentar a quantidade de ações disponíveis e simplificar o processo na sua generalidade. O módulo de agendamento robusto e confiável é fundamental na manutenção de uma pluralidade de serviços e é de importância renomada dentro de um contexto hospitalar.

The screenshot displays the AIDAOGT application interface for scheduling medical requests. It is divided into three main sections:

- Filtros (Filters):** Located on the left, it includes input fields for 'Nome Paciente', 'Processo', 'Tarefa', 'Módulo', 'Especialidade', 'Próxima Consulta', and 'Meta Agendamento'. There is a 'LIMPAR' (Clear) button and an 'Ordenar por' (Sort by) section with radio buttons for 'Data Pedido', 'Nome', 'Processo', 'Tarefa', 'Especialidade', 'Próxima Consulta', 'Meta Agendamento', 'Ascendente', and 'Descendente'.
- Pedidos (Requests):** The central section shows a list of 134 requests. The selected request is highlighted:
 - 917528 - Carlita Dashner**
 - Data Pedido: 2020-11-13 11:46:40
 - 818117 CON - Médico Dois
 - Meta: 2021-04-18 - 2021-05-03
 - Ecografia abdominal superior
- Últimos Agendamentos (Recent Schedules):** A table on the right shows the patient's previous appointments:

Agenda	Nome	Processo	Vaga
RM 140	Jerlene Spidle	3333940	2021-01-13
RM EXT	Amie Brousseau	2948246	2021-01-13
RM EXT	Amie Brousseau	2948246	2021-01-13
RM EXT	Amie Brousseau	2948246	2021-01-13
TAC SU	Kathy Dyess	2789598	2021-06-18
- PEDIDO SELECIONADO (Selected Request):** A detailed view of the selected request on the far right:
 - 917528 - Carlita Dashner**
 - 1964-10-10 (56 anos) Masculino PED.OGT.2020.1098.29872-13112020114609
 - 818117 CON - Médico Dois (2020-11-13 11:46:40)
 - Próxima Consulta: 2021-05-18
 - Meta: de 2021-04-18 a 2021-05-03
 - Tarefa: Ecografia abdominal superior
 - FORA DA META DE AGENDAMENTO
 - PED.OGT.2020.1103.29872-13112020114609
 - 818117 CON - Médico Três a 2020-11-13 11:46:40
 - Próxima Consulta: 2021-05-18
 - Meta: de 2021-06-18 a 2021-06-30
 - Ecografia abdominal superior

Figura 17: Selecção de pedidos para agendar

O primeiro passo do fluxo de agendamento é a escolha de pedidos a agendar. Tendo em conta um dos principais fatores que levaram à reestruturação do módulo de agendamento, a possibilidade de encadeamento do agendamento de pedidos do mesmo paciente, é permitida a seleção múltipla de pedidos que podem ser agendados simultaneamente. A otimização do processo de agendamento passa pela melhoria da qualidade de serviço prestado aos pacientes e a funcionalidade anteriormente descrita nasce da consideração das potenciais dificuldades de um paciente se deslocar a um meio hospitalar em diferentes dias para realização de exames médicos.

A figura 17 foi editada de modo a demonstrar a listagem de pedidos existente e a seleção de pedidos para agendamento do mesmo paciente. Em conformidade com os ecrãs de gestão e visualização de agendas, pode observar-se à esquerda do componente o conjunto

de funcionalidades de filtro e ordenação dos pedidos listados. Estas operações permitem a modificação da listagem de pedidos com base numa seleção ponderada dos seus parâmetros.

É possível observar na figura 17 a listagem de pedidos mais recentemente agendados. Para além da emissão rápida de convocatórias, esta tabela permite o acesso a informação sobre o agendamento destes pedidos e redirecionamento da aplicação para o componente de visualização desse pedido.

Aquando da seleção de um pedido, este é agrupado com outros pedidos do paciente focados numa barra lateral. A natureza da grande maioria dos pedidos submetidos para agendamento é a de marcação de **MCDT** que antecedem um consulta de avaliação. De modo a orientar a administração de agendas e para melhor perceção do prazo limite de agendamento do pedido, estão associados a cada pedido três parâmetros: dois relativos aos limites ideais da meta de agendamento e um com a data da próxima consulta agendada para o paciente. A meta de agendamento deve ser tida em conta no enquadramento de um pedido, visto que é uma indicação dada pelo médico requisitante. Apenas deverá ser permitido o agendamento fora da meta de agendamento quando não existam vagas para essa meta ou não haja disponibilidade, da parte do paciente, para a presença nessas datas.

O agrupamento de pedidos é feito de acordo com as suas metas de agendamento, que serve como indicação da possibilidade de encadeamento dos pedidos selecionados. É permitido o agendamento de vários pedidos de um paciente que não coincidam na sua meta de agendamento mas, salvo as exceções previstas acima, devem manter-se dentro da própria meta.

Cada pedido apresentado tem, para além da sua seleção para agendamento, duas outras ações disponíveis, representadas pelos botões laterais visíveis na figura 17. O cancelamento de pedidos serve para permanentemente remover o seu registo da tabela **OGT_WORKLIST** e enviar para os registos externos à plataforma com a indicação da ação, que carece a indicação do motivo apresentado e a opção de adição de informação textual.

A outra ação possível é o envio de pedidos para triagem. Existe um conjunto de motivos pelos quais possa ser necessária a invocação desta funcionalidade, sendo que os mais frequentes são a correção de possíveis inconsistências na geração do pedido ou a associação a episódios de **Hospital de Dia (HDI)**, obtidos a partir da interoperação com a plataforma **SONHO**. O envio de pedidos para triagem remove temporariamente o pedido da listagem e invoca os meios externos necessários para a sua correção. No final do processo, o pedido deve ser reinstaurado na listagem e agendado.

O componente de agendamento de pedidos está demonstrado na figura 18. Nesta figura é possível distinguir a seleção de três pedidos para agendamento, pertencentes ao mesmo paciente, mas com indicações distintas. O carregamento da página de agendamento altera a data do calendário para a menor data de início de todas as metas de agendamento dos pedidos a agendar. Na eventualidade de não existirem vagas disponíveis para o

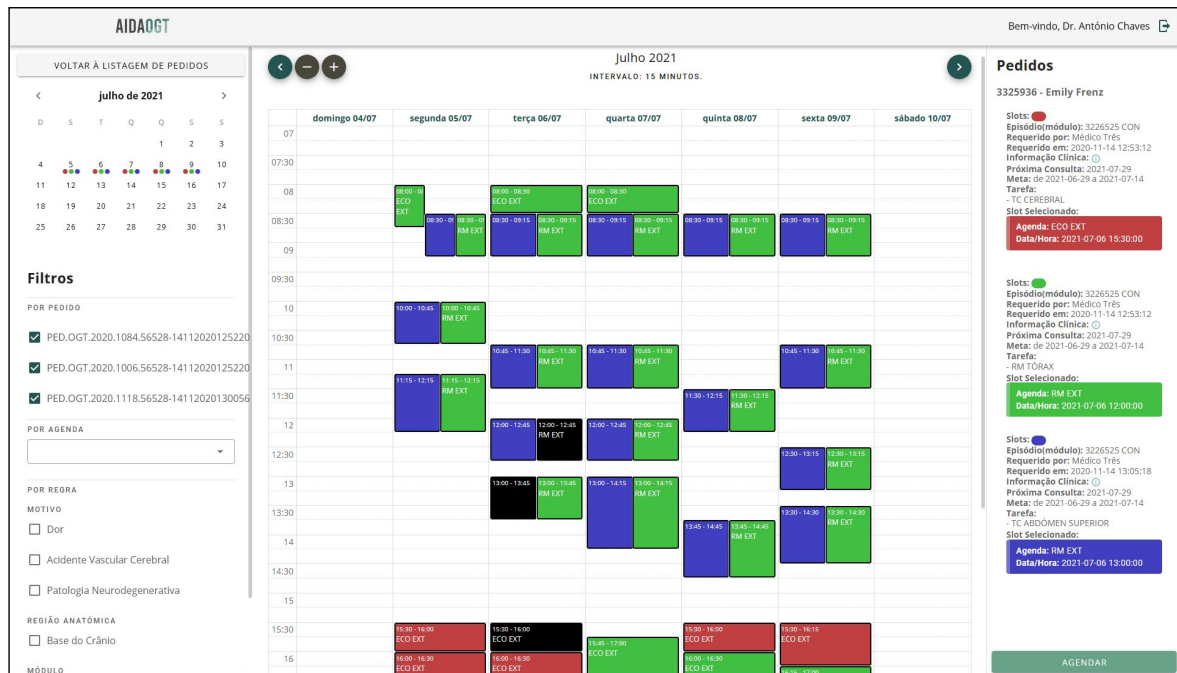


Figura 18: Componente de agendamento

dia, é procurado o dia mais próximo do calendário com possibilidade de agendamento e selecionado.

Os slots dipostos na agenda são agrupados por pedido. Quando os pedidos para agendamento são escolhidos, é enviada essa informação através de um pedido [HTTP](#) para a rota da [RESTful API](#) designada. Para cada pedido são lidos os atos médicos e a meta de agendamento e feita uma pesquisa de todos os slots que coincidam com esses fatores. O agrupamento de slots por pedido é independente da agenda à qual pertencem.

A secção esquerda do ecrã apresentado na figura 18 agrupa as características de gestão da agenda, ao centro da janela. No topo, o calendário segue o mesmo formato do dos componentes de gestão e visualização de agendas mas serve um propósito distinto. Em vez da disposição da taxa de ocupação diária do calendário, cada círculo colorido indica a presença de vagas disponíveis para o agendamento no dia. Cada círculo é referente ao pedido com o mesmo código de cor e nos dias em que não há nenhuma indicação, não é possível agendar. Esta funcionalidade é mais relevante na procura de datas para o encadeamento do agendamento dos pedidos selecionados. No exemplo apresentado na figura 18, é possível verificar pelo calendário que nos dias 5 a 9 de julho é possível agendar todos os pedidos pretendidos através do calendário.

Os filtros dispostos mais abaixo na secção são calculados dinamicamente com base nos pedidos escolhidos. Em primeiro lugar, é possível omitir e visualizar todos os slots, selecionando o pedido em questão. De seguida, é possível fazer esta seleção por agendas

com slots disponíveis. A remoção da seleção de uma agenda implica a omissão de todos os seus slots, independentemente do pedido a que estejam associados. Os filtros por regras são calculados assim que os slots para agendamento sejam enviados. À partida, existem regras que omitem automaticamente certos slots, como é o exemplo das regras de sexo. Slots definidos com regra de exclusividade de atendimento a pacientes do sexo feminino não são apresentados em pedidos de pacientes do sexo masculino e vice versa.

O componente central do ecrã segue o mesmo modelo dos anteriormente mencionados. Os slots são apresentados com as cores associadas a cada pedido e, para além da informação do seu horário, exibem a agenda na qual estão inseridos. A seleção de um slot é feita através de um clique, o que altera a sua cor para preto. É possível selecionar mais do que um slot para o mesmo pedido, se a duração da sua realização se previr mais longa do que o agendado.

Do lado direito estão listados todos os pedidos com agendamento pendente. As suas informações de maior relevância, de entre as quais se destacam a data de requisição e requerente, informação clínica do pedido, meta de agendamento e tarefas, estão listadas com a cor atribuída aos slots do pedido. Por baixo de cada pedido, num componente dinâmico, está apresentado o slot selecionado ou, na eventualidade de não existirem slots disponíveis para o pedido, essa informação.

De modo a facilitar a distinção dos conjuntos de slots para cada pedido, foi implementada uma função que faz uso da notação **Hue, Saturation and Lightness (HSL)**, demonstrada na figura 19 para obter cores distintas para cada pedido. A cor associada a cada pedido é obtida através da divisão do índice do pedido atual pelo número total de pedidos. Estas cores são depois convertidas em notação **Red, Green and Blue (RGB)**, de modo a serem corretamente interpretadas pelo componente da agenda, assumindo os valores H,S e L dentro dos seguintes intervalos:

$$0 \leq H < 1, 0 \leq S \leq 1, 0 \leq L \leq 1 \quad (1)$$

As equações 2 a 5 apresentam os cálculos intermédios da função

$$C = (1 - |2L - 1|) \times S \quad (2)$$

$$X = C \times (1 - |H/6| \bmod 2 - 1|) \quad (3)$$

$$m = L - C/2 \quad (4)$$

$$(R', G', B') = \begin{cases} (C, X, 0) & 0 \leq H < 1/6 \\ (X, C, 0) & 1/6 \leq H < 1/3 \\ (0, C, X) & 1/3 \leq H < 1/2 \\ (0, X, C) & 1/2 \leq H < 2/3 \\ (X, 0, C) & 2/3 \leq H < 5/6 \\ (C, 0, X) & 5/6 \leq H < 1 \end{cases} \quad (5)$$

Finalmente, os valores R,G e B são obtidos através da seguinte equação:

$$(R, G, B) = ((R' + m) \times 255, (G' + m) \times 255, (B' + m) \times 255) \quad (6)$$



Figura 19: Círculo cromático HSL

5.1.6 Agendamento Automático

Assim como anteriormente mencionado, é possível efetuar o agendamento automático de exames na plataforma. Esta operação está limitada, por enquanto, ao setor de serviços de Radiologia e opera a partir da definição de um conjunto específico de regras de associação de slots de agendas.

Estas regras estão relacionadas com parâmetros específicos de **MCDT** da área e devem ser associadas aos pedidos, assim como aos slots em que se pretendem fazer coincidir. Os tipos de regra necessários são os seguintes:

- **Módulo:** Proveniência do pedido (Internamento, Consulta e Urgência);
- **Motivo:** Razão pela qual é efetuado o pedido de realização de exames;
- **Região Anatômica:** Região anatômica para a execução do exame;

O envio destes parâmetros em conjunto com a informação do pedido desencadeia o processo de pesquisa de slots disponíveis e, consoante a sua disponibilidade, executa o agendamento do pedido, retornando a informação do estado da operação.

5.1.7 Competências por utilizador

Existem diferentes tipos de utilizadores nos ambientes hospitalares com acesso previsto ao **AIDA OGT**. O acesso às funcionalidades da plataforma varia consoante o tipo de utilizador autenticado.

A tabela 6 ilustra o grau de acesso garantido a cada utilizador.

	Administrador	Gestor	Auditor	Administrativo	Executante	Perfil Clínico
Gerir Agenda	✓	✓	×	×	×	×
Bloqueio e Remoção Vagas	✓	✓	×	×	×	×
Agendamento	✓	✓	×	✓	×	×
Envio para Triagem	✓	✓	×	✓	×	×
Cancelamento de Pedidos	✓	✓	×	✓	✓	✓
Visualizar Marcações	✓	✓	×	✓	✓	✓
Emitir Convocatórias	✓	✓	×	✓	×	×
Área de Conhecimento (BI)	✓	✓	✓	×	×	×
Visualização de Logs	✓	×	✓	×	×	×

Tabela 6: Competências por tipo de utilizador

5.2 DISCUSSÃO

O objetivo principal da presente dissertação era o estudo e concepção de uma plataforma de agendamento em ambiente hospitalar que, para além de ser implementada de modo a ser possível competir com aplicações de objetivo semelhante e do estado da arte, deveria incluir funcionalidades diretamente especificadas por profissionais de saúde.

O protótipo desenvolvido encontra-se em fase de testes da sua primeira versão e a sua implementação está, à data da redação da dissertação, a ser avaliada por potenciais utilizadores finais, profissionais de saúde vinculados aos hospitais do serviço nacional de

saúde Centro Hospitalar Universitário do Porto (CHUP) e Centro Hospitalar do Tâmega e Sousa (CHTS).

Em primeira instância, e como forma de endereçar a primeira e segunda questões da secção 1.3, deve ser notada a mais-valia do suporte do protocolo de interoperabilidade na área da saúde implementado, o FHIR.

A estrutura de dados de um SIH é naturalmente complexa e o recurso ao protocolo permitiu, desde uma fase prematura do desenvolvimento da plataforma, a clara definição dos conceitos envolvidos no agendamento. A segurança na conformidade e solidez da estrutura de dados do projeto foi um passo importante e a celeridade da sua implementação levou à drástica redução do tempo em que a aplicação foi concluída. A maior vantagem do FHIR, sobretudo em relação a versões anteriores do protocolo é o suporte de formatos textuais como JSON e XML. Esta mais valia está representada na figura 20.

HL7 V2	HL7 FHIR
<pre>MSH ^~& GHH LAB ELAB-3 GHH OE BLDG4 200202150930 ORU^R01 CNTRL-3456 P 2.4<cr> PID 555-44-4444 EVERYWOMAN^EVE^E^^L JONES 19620320 F 153 FERNWOOD DR.^ ^STATESVILLE^OH^35292 (206) 3345232 (206) 752-121 AC555444444 67-A4335^OH^20030520<cr> OBR 1 845439^GHH OE 1045813^GHH LAB 15545^GLUCOSE 200202150730 555-55-5555^PRIMARY^PATRICIA P^^^MD^^ F 444-44-4444^HIPPOCRATES^HOWARD H^^^MD OBX 1 SN 1554-5^GLUCOSE^POST 12H CFST:MCNC:PT:SER/PLAS:QN ^182 mg/dl 70_105 H F<cr></pre>	<pre>{ "resourceType": "Practitioner", "id": "f002", "identifier": [{ "use": "official", "system": "urn:oid:2.16.528.1.1007.3.1", "value": "730291637" }], "name": [{ "use": "official", "family": "Voigt", "given": ["Pieter"], "suffix": ["MD"] }], "telecom": [{ "system": "phone", "value": "0205569336", "use": "work" }], { "system": "email", "value": "p.voigt@bmc.nl", "use": "work" }], "address": [{ "use": "work", "line": ["Galapagosweg 91"], "city": "Den Burg", "postalCode": "9105 PZ", "country": "NLD" }], "gender": "male", "birthDate": "1979-04-29" }</pre>

Figura 20: Comparação de tipos de dados de HL7 V2 e FHIR

A especificação do protocolo é simples de entender e a sua documentação é clara e fornece os exemplos necessários para o seu perfeito entendimento. A rápida compreensão de objetos e a reduzida necessidade de parsing tornam o manuseamento de informação nestes formatos uma tarefa simples e com grande potencial.

De modo a não complicar a estrutura pretendida para o projeto, aceitou-se minimizar o número de campos definidos pelo FHIR ao estritamente necessário, passo que permitiu não sobrecarregar o trabalho de criação e gestão de agendas por parte dos administrativos dos hospitais e reduzir a complexidade da implementação e manutenção das bases de dados do sistema.

Os protocolos V2 e V3 da HL7 mantêm-se como os mais utilizados globalmente para tirar proveito da interoperabilidade. [Information and Authority \(2018\)](#)

O FHIR, que apesar de não se encontrar na sua versão final e que continua sujeito a alterações estruturais, demonstra a solidez necessária para se tornar o próximo protocolo de eleição no desenvolvimento de aplicações interoperáveis na área da saúde. A utilização da ontologia é também uma mais valia por este aspeto: a partir do momento em que o modelo de agendamento está implementado segundo o FHIR, a sua especificação é de conhecimento generalizado e a sua integração noutras plataformas está apenas dependente do conhecimento do protocolo.

O segundo ponto a discutir é a aptidão da arquitetura proposta para a satisfação de todos os requisitos funcionais do projeto e implementação da plataforma. Os parágrafos que se seguem são referentes à questão 3 da secção 1.3.

Este dividir-se-á em dois aspetos, a implementação do servidor como [RESTful API](#) e a utilização dos frameworks Vue e Vuetify como desenvolvimento gráfico da aplicação.

Da necessidade de gestão de uma multiplicidade de pedidos em simultâneo e da promoção da interoperabilidade entre sistemas, optou-se pela adoção de um servidor de arquitetura [RESTful API](#), em Javascript.

O desenvolvimento do servidor na linguagem Javascript proporciona diversas vantagens. A utilização de módulos como Express permite a rápida configuração do servidor e a sua criação através da invocação de um comando. A notação de objetos [JSON](#) tem integração direta com a linguagem, o que promove a compreensão de mensagens [FHIR](#). A definição de rotas do servidor permite a sua integração com aplicações externas, desde sejam respeitados os parâmetros necessários para a sua invocação.

O Vue era, dos três elementos mais relevantes da arquitetura, aquele que poderia ser substituído por qualquer outro framework de desenvolvimento. A sua escolha debateu-se e eventualmente se aceitou devido a um conjunto de fatores:

- **Desenvolvimento em Javascript:** Todo o scripting aplicado na parte gráfica da aplicação é desenvolvido em Javascript. A utilização de uma única linguagem de programação para o desenvolvimento do projeto é vantajosa, sobretudo quando este é desenvolvido em Full Stack;
- **Definição de componentes:** Os componentes em Vue são divididos em secções para uma mais simples compreensão da sua definição;
- **Propriedades dinâmicas:** As numerosas funções de filtro de slots e listagens podiam opor-se ao bom funcionamento da plataforma. A definição de propriedades dinâmicas em Vue permite a aplicação destas funções sem abdicar do seu desempenho;

- **Roteamento de pedidos:** O módulo de roteamento de pedidos do Vue é acessível e intuitivo na sua definição, para além de permitir a implementação de mecanismos de segurança por defeito ao nível do acesso às rotas da aplicação.

A presente secção é finalizada com a resposta à questão 4 dos objetivos da dissertação.

A introdução de novas tecnologias, que na sua implementação, procuram responder às questões de usabilidade e experiência solicitadas pelos utilizadores, faz com que os benefícios surjam de forma natural.

Os processos de agendamento de uma unidade de saúde são bastante complexos e assumem, por vezes, condições inadequadas até para os próprios profissionais de saúde que têm a tarefa de fazer as marcações. A adoção de um sistema de informação estruturado que proporciona fluxos e regras de agendamento bem definidas e concretas, facilita a sua utilização, implementação e consolidação no meio hospitalar. Ao conceder regras específicas faz com que o processo de decisão e escolha de uma vaga seja mais orientado, diminuindo não só os tempos de marcação, mas aumentando a qualidade da escolha da vaga para o próprio doente. A escolha de vagas tendo em consideração todas as condicionantes do paciente, como outras marcações, outros pedidos, distância à unidade de saúde e prioridade torna o processo mais fluído, dinâmico e eficaz.

5.2.1 *Análise SWOT*

A Análise SWOT é uma técnica de planeamento estratégico que permite a avaliação crítica de uma solução com o intuito de delinear estratégias ao nível organizacional e competitivo.

A análise interna de uma solução é utilizada como modo de identificação dos seus recursos, capacidades e competências inerentes, de modo a estabelecer um grau de comparação com ofertas similares. O seu objetivo é obter e empregar conhecimento não só do seu âmbito interno como aquele em que se insere, de modo a melhor formular estratégias para a sua produção.

Para além do acima referido, a análise SWOT é uma técnica conceptualmente simplificada e que não envolve grande custo para levar a cabo.

5.2.2 *Enquadramento Teórico*

O processo da análise SWOT implica a listagem de pontos-chave referentes à solução apresentada, que podem ser classificados em quatro áreas que pertencem a duas dimensões. A figura 21 ilustra a matriz de conceito aliada ao processo da análise SWOT.

Em primeira instância, definem-se como dimensões da análise os fatores internos e externos à solução. A natureza destas dimensões ajuda a compreender o modo com os



Figura 21: Matriz conceitual de análise SWOT

pontos chave são seleccionados. Os fatores internos devem apresentar uma avaliação crítica da solução comparativamente a sistemas similares no mercado. Dentro dos fatores internos serão considerados os pontos fortes, aqueles que afirmam a vantagem competitiva da solução e os pontos fracos, que, para além de permitirem a identificação de problemas afetos à conceptualização e desenvolvimento da solução, podem servir como fundação da promoção de alterações a esta.

Do ponto de vista externo, é importante a monitorização constante das variáveis fora do âmbito da solução que possam vir a por em causa a sua integridade ou competitividade. Dentro do mesmo domínio, é também importante reconhecer as oportunidades emergentes de investimento e explorar os fatores externos de modo a retirar o máximo proveito destes.

5.2.3 Aplicação Prática

Em concordância com o previamente mencionado, é imperativo entender os pontos fortes e fracos da plataforma, bem como as oportunidades que podem existir e as ameaças a serem consideradas. A análise desta plataforma foi realizada após a sua execução em ambiente de testes inserido num sistema muito próximo daquele que será o seu contexto real. Segue-se a listagem dos pontos retirados da experiência realizada.

Forças (Strengths)

- **Elevada escalabilidade:** A plataforma foi desenhada de modo a sustentar a estrutura integral de um ambiente clínico e, como forma de não comprometer o seu desempenho, é altamente escalável;

- **Recurso a paradigmas de interoperabilidade modernos:** O HL7 FHIR é o mais recente protocolo de interoperabilidade na área da saúde e permite a definição de sistemas completamente interoperáveis, para além da solidez estrutural a nível de dados;
- **Facilidade de integração:** O processo de instalação apenas depende da configuração de ligações a bases de dados e entre serviços;
- **Alto grau de interoperabilidade:** A plataforma pode tanto ser utilizada por si só, como gerida através da sua [RESTful API](#). Está também preparada para a utilização de um conjunto de serviços [AIDA](#);
- **Parametrização complexa de agendas:** Possibilidade de definição complexa de regras de agendamento;
- **Simplificação de fluxos:** O processo de desenvolvimento foi acompanhado e influenciado por profissionais da área, com vista a melhorar os processos de gestão de agendas e agendamento de pedidos;
- **Segurança:** Para além da implementação de protocolos de segurança de autenticação oferecidos pelo [AIDA](#), o controlo de acesso a rotas e funções é verificado e gerido por [JWT](#);
- **Agendamento automático de pedidos:** A habilidade de agendamento automático de pedidos foi implementada com vista a dar um passo em frente na independência do módulo de agendamento dos sistemas hospitalares.

Fraquezas (Weaknesses)

- **Dependência de ligação à rede:** O uso da plataforma é completamente dependente de uma ligação à rede.
- **Configuração slots:** O alto nível de parametrização de slots é uma mais valia para a introdução de um novo conceito de agendamento na saúde, mas a configuração manual de slots pode tornar-se um processo moroso.

Oportunidades (Opportunities)

- **Modernização:** A utilização de linguagens de programação, frameworks e os mais recentes protocolos de interoperabilidade permitem uma melhor oferta;
- **Melhoria da qualidade de serviço:** O desenvolvimento de plataformas com fluxos de interação simples e funcionais permitem melhorar a qualidade de serviço dos seus utilizadores;

- **Possibilidade de crescimento:** O cruzamento de opiniões entre a equipa de desenvolvimento e os utilizadores finais é crucial, por um lado, para o desenho de uma solução à medida, mas também por proporcionar uma maior probabilidade de implementação de soluções mais modernas assim que são sugeridas.

Ameaças (Threats)

- **Concorrência:** O público-alvo da implementação desta plataforma é o setor público da saúde em Portugal. Existe à partida uma limitação de possíveis funcionalidades oferecidas, pela concordância com a gestão de processos neste tipo de ambiente hospitalar.
- **Falta de aceitação:** Os utilizadores da plataforma podem não reagir de acordo com o esperado após a implementação das primeiras versões.

CONCLUSÃO E TRABALHO FUTURO

O sistema [AIDA](#), que é parte integrante de diversos hospitais públicos nacionais há quase uma década, tem-se revelado importante no desenvolvimento de aplicações para auxílio dos profissionais de saúde no seu dia-a-dia. A plataforma [AIDA OGT](#) ambiciona integrar-se rapidamente no sistema e oferecer uma nova perspetiva sobre o agendamento.

O presente capítulo sumariza o enquadramento e alcance dos objetivos propostos e apresenta os próximos passos no desenvolvimento, cujos objetivos são a extensão do domínio da plataforma e a consolidação da sua estrutura.

6.1 CONTRIBUTOS

Os objetivos do desenvolvimento do projeto podem ser divididos pela sua vertente teórica e prática. O estudo teórico proposto pela dissertação permitiu, numa fase inicial do desenvolvimento do projeto, a avaliação do enquadramento da ontologia proposta pelo [FHIR](#) no âmbito do já existente registo eletrónico de saúde e atuais estruturas de dados geridas tanto pela plataforma [SONHO](#) como pelas aplicações do sistema [AIDA](#).

A primeira e segunda questões às quais o documento pretende atender, endereçadas no capítulo [5.2](#), fazem referência à capacidade e proveito da utilização de ontologias de interoperabilidade na saúde, com foco na [FHIR](#), na construção de ferramentas de agendamento. A análise ostensiva e o eventual recurso à documentação da ontologia revelaram não só que o [FHIR](#), a par das versões anteriores promovidas pela [HL7](#), está devidamente capacitado para cumprir o seu propósito de implementação de estruturas de dados, suporte ao desenvolvimento de sistemas eletrónicos de saúde e promoção da interoperabilidade em sistemas heterogéneos, mas também que existe uma melhoria considerável quando comparado com as suas versões antecedentes. A grande vantagem da utilização do [FHIR](#) prende-se na sua definição com recurso a formatos textuais de elevado suporte e disseminação pela indústria do desenvolvimento de aplicações, permitindo a definição de mensagens e instâncias de dados com uma clareza francamente superior.

Conclui-se, portanto, que o **FHIR** não só pode ser considerado, na sua atual versão, uma ontologia devidamente equipada na especificação de aplicações de âmbito hospitalar, inclusivamente de agendamento, como também foi fulcral no desenvolvimento do projeto **AIDA OGT**.

A vertente prática proposta, à qual a terceira e quarta questões se dirigem, baseia-se na teoria proposta por **Heasley (2011)** que refere como solução para a implementação de um **SA** o atendimento aos requisitos específicos propostos por profissionais da área e utilizadores da plataforma.

Em termos estruturais, existia um conjunto de exigências para o desenvolvimento do projeto, que incidiam no recurso ao **SGBD Oracle** e implementação do servidor de backend em **NodeJS**. A utilização de um framework de Javascript permitiu uma maior comodidade no desenvolvimento, por este estar limitado a uma linguagem de programação, sem que houvesse algum tipo de penalização associada ao seu uso.

Em relação aos requisitos estruturais do projeto constatou-se a sua capacidade para o alcance da solução final. A o recurso a uma **BD** relacional considera-se impreterível, tendo em conta os dados geridos pela plataforma, e ainda que tenham sido utilizados tipos de dados não-relacionais na definição das tabelas, o seu recurso prendeu-se na necessidade da extensão de alguns dos seus campos. O **SGBD Oracle** apresenta vantagens na solidez da sua implementação, a nível de desempenho e alta disponibilidade, algumas das razões pelas quais se mantém eleito em plataformas de suporte ao sistema de saúde público nacional como o **SONHO** e **SClínico**. O **NodeJS**, como ferramenta de desenvolvimento de serviços de **RESTful API** traz vantagens, sobretudo pela inclusão dos módulos referidos na secção 3.8.2, com especial interesse do módulo de ligação a **BD Oracle** e integração de queries **SQL**.

A análise sumária dos objetivos propostos conclui-se com a apreciação geral da quarta e última questão da secção 1.3. Ainda que não seja possível estabelecer até que ponto será efetivado o agendamento automático, os passos tomados nessa direção indicam a disponibilidade para adoção do modelo proposto. Por outro lado, a possibilidade de conjugação de pedidos referentes ao mesmo paciente permite aos administrativos hospitalares um melhor controlo sobre as marcações e garantir melhores condições aos pacientes, potencialmente reduzindo o número de deslocações à unidade hospitalar. Mais ainda, a possibilidade de visualização do enquadramento de marcações numa semana e indicação visual da possibilidade de encaixe na agenda são funcionalidades que prometem favorecer os seus utilizadores no agendamento.

No que diz respeito à solução final apresentada pode dar-se por garantida a solidez da sua execução e especificação de acordo com todos os requisistos funcionais propostos inicialmente para o projeto.

6.2 TRABALHO FUTURO

A plataforma desenvolvida tinha, à data da sua idealização, o propósito restrito de gestão de agendas hospitalares e otimização de fluxos de agendamento nos mesmos meios, contudo, a sua evolução revelou um leque de possibilidades não previstas no seu espectro inicial.

À data da redação do presente documento, a plataforma encontra-se em fase de testes em duas unidades hospitalares públicas nacionais, o [CHUP](#) e o [CHTS](#). Desde o início da implementação que o discernimento dos profissionais de saúde com acesso à versão de testes tem vindo a ser fulcral na tomada de decisões e na priorização das funcionalidades a serem implementadas.

Assume-se como primeiro passo para a conclusão do desenvolvimento da plataforma e consequentemente a sua preparação para implementação como versão final a correção de aspetos sinalizados pelos profissionais de saúde. As sugestões divergem no seu tipo mas apontam, na sua generalidade, para a melhoria de qualidade de utilização da plataforma.

Um outro passo importante é a definição e implementação do sistema de registo de operações. Os diferentes tipos de operações e dados sobre os quais são executadas dificultam a definição de um tipo de dados que permita a interpretação clara e desambígua das entradas geradas. Ainda que não seja impeditiva do lançamento da versão final da aplicação, é uma funcionalidade de elevada necessidade tanto para utilizadores como administradores da plataforma e um passo importante no reforço da sua segurança.

Módulo de Convocatórias

Apesar de a funcionalidade de geração de convocatórias estar implementada na atual versão do [AIDA OGT](#), a importância da implementação de um módulo da aplicação dedicado à gestão de convocatórias é pretexto suficiente para a sua consideração neste capítulo. A ideia é, para além da possibilidade de controlo da emissão de convocatórias, a sua parametrização e edição de pontos pré-definidos dos documentos gerados.

Agendamento Automático Generalizado

Assim como referido previamente, a possibilidade de agendamento automático de pedidos faz atualmente parte da plataforma, ainda que com algumas limitações. Os testes executados pelos serviços aos quais lhe foi garantido o acesso servirão de exemplo para o estudo da generalização da implementação da funcionalidade.

Do mesmo modo, existem outras particularidades que podem ser fornecidas pela [RESTful API](#) desenvolvida em equação. O [AIDA OGT](#) almeja ser uma plataforma de importância considerável, tanto nos meios hospitalares como no âmbito do sistema [AIDA](#). A disponibilização de funções externas de agendamento ou visualização de agendas permitirá um maior grau de interoperabilidade da plataforma, sobretudo no seu meio.

Business Intelligence

A última funcionalidade prevista para o **AIDA OGT** é a utilização dos dados da plataforma para construção de um módulo de Business Intelligence que permita aos gestores da plataforma o acesso a dados analíticos com vista a aumentar a eficácia do agendamento e depreender a necessidade de efetuar alterações às agendas.

Neste momento, ao nível da **BD**, existem funções criadas que permitem a gestão da informação necessária para a implementação, contudo, é necessária a sua conversão em componentes físicos da plataforma que permitam a sua assimilação, assim como a inquirição de administrativos e gestores acerca do foco sobre o qual deverá incidir a implementação do módulo.

BIBLIOGRAFIA

- Database Concepts*. Oct 2005. URL https://docs.oracle.com/cd/B19306_01/server.102/b14220/intro.htm.
- Agfa healthcare, Mar 2021. URL <https://global.agfahealthcare.com/scheduling/>.
- Clinical software, Mar 2021. URL <https://clin1mobile.net/scheduling-software>.
- Luciana Almeida Cardoso and António Abelha. *Desenvolvimento de uma Plataforma baseada em Agentes para a Interoperabilidade*. 2013. URL <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/27770/1/Luciana%20Almeida%20Cardoso.pdf>.
- Tugba Cayrli and Emre Veral. *Outpatient Scheduling in Health Care: A review of Literature*. 2003. URL https://www.researchgate.net/publication/229881171_Outpatient_scheduling_in_health_care_A_review_of_literature.
- Jürgen Cito, Vincenzo Ferme, and Harald C. Gall. Using docker containers to improve reproducibility in software and web engineering research. 2016. URL https://www.researchgate.net/publication/303515069_Using_Docker_Containers_to_Improve_Reproducibility_in_Software_and_Web_Engineering_Research.
- Mag. Christopher Csenar. *Design and development of a FHIR based mobile application for appointment scheduling in clinical context*. 2019. URL <https://phaidra.fhstp.ac.at/open/o/3929>.
- Asuman Dogac, Tuncay Namli, Alper Okcan, Gokce Laleci, Yildiray Kabak, and Marco Eichelberg. Key issues of technical interoperability solutions in ehealth and the ride project. 2019. URL https://www.researchgate.net/publication/335362287_IMPROVING_INTEROPERABILITY_IN_HEALTHCARE_USING_HL7_FHIR.
- Gang Du, Xinyue Li, Hui Hu, and Xiaoling Ouyang. *Optimizing Daily Service Scheduling for Medical Diagnostic Equipment Considering Patient Satisfaction and Hospital Revenue*. 2018. URL https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=2ahUKewjY5Z_JxPbmAhWRDmMBHbKFCQoQFjADegQIBBAC.
- Health Level Seven FHIR. Resource appointment - hl7 fhir, 2019a. URL <https://www.hl7.org/fhir/appointment.html>.

- Health Level Seven FHIR. Resource careteam - hl7 fhir, 2019b. URL <https://www.hl7.org/fhir/careteam.html>.
- Health Level Seven FHIR. Resource device - hl7 fhir, 2019c. URL <https://www.hl7.org/fhir/device.html>.
- Health Level Seven FHIR. Resource location - hl7 fhir, 2019d. URL <https://www.hl7.org/fhir/location.html>.
- Health Level Seven FHIR. Resource patient - hl7 fhir, 2019e. URL <https://www.hl7.org/fhir/patient.html>.
- Health Level Seven FHIR. Resource practitioner - hl7 fhir, 2019f. URL <https://www.hl7.org/fhir/practitioner.html>.
- Health Level Seven FHIR. Resource schedule - hl7 fhir, 2019g. URL <https://www.hl7.org/fhir/schedule.html>.
- Health Level Seven FHIR. Resource slot - hl7 fhir, 2019h. URL <https://www.hl7.org/fhir/slot.html>.
- Health Level Seven FHIR. Resource task - hl7 fhir, 2019i. URL <https://www.hl7.org/fhir/task.html>.
- Health Level Seven FHIR. Hl7 fhir, 2019j. URL <https://www.hl7.org/fhir/>.
- Gaurav Goyal, Karanjit Singh, and Dr. K. R. Ramkumar. A detailed analysis of data consistency concepts in data exchange formats (json & xml). 2017. URL <https://ieeexplore.ieee.org/document/8229774>.
- Tiago André Saraiva Guimarães and José Machado. *Ferramenta de Suporte à Decisão e Prática Clínica em Unidades de Cuidados Neonatais e Pediátricos*. 2015. URL [https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/40858/1/TiagoAndr\let\begingroup\escapechar\m@ne\let\MT@subst@\OT1/pplj/m/it/10.95\def{\@@par}](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/40858/1/TiagoAndr\let\begingroup\escapechar\m@ne\let\MT@subst@\OT1/pplj/m/it/10.95\def{\@@par}.).
- McKay N. Heasley. *Dynamic Appointment Scheduling in Healthcare*. 2011. URL <https://scholarsarchive.byu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4175&context=etd>.
- Alan Hevner. Design science in the information systems. 2004. URL <http://www3.cis.gsu.edu/vvaishnavi/9220Sp07/Documents/Hevner%20et%20al.%202004%20MISQ.pdf>.
- Alan Hevner, Salvatore T. March, and Jinsoo Park. *Design Science in the Information Systems Research*. 200. URL https://www.researchgate.net/publication/201168946_Design_Science_in_Information_Systems_Research.

- Anke K. Hutzschenreuter, Peter A. N. Bosman, and Han La Poutr. *Evolutionary Multiobjective Optimization for Dynamic Hospital Resource Management*. 2009. URL https://homepages.cwi.nl/~bosman/publications/2009_evolutionarymultiobjectiveoptimization.pdf.
- Health Information and Quality Authority. Overview of healthcare interoperability standards. 2018. URL <https://www.hiqa.ie/sites/default/files/2017-01/Healthcare-Interoperability-Standards.pdf>.
- Health Level Seven International. *HL7 International - Homepage*. 2020. URL <https://www.hl7.org/about/index.cfm>.
- Olaronke Iroju, Abimbola Soriyan, Ishaya Gambo, and Janet Olaleke. Interoperability in healthcare: Benefits, challenges and resolution. 2013.
- Vue JS. Vue js documentation, 2019. URL <https://vuejs.org/v2/guide/>.
- Salvatore T. March. Design and natural science research on information technology. 1995. URL <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.826.5567&rep=rep1&type=pdf>.
- Fatma Poni Mardiah and Mursyid Hasan Basri. *The Analysis of Appointment System to Reduce Outpatient Waiting Time at Indonesia's Public Hospital*. 2019. URL <http://article.sapub.org/10.5923.j.hrmr.20130301.06.html>.
- Fernando Marins and José Machado. *Monitorização e Prevenção em Plataformas de Interoperabilidade Hospitalar*. 2013. URL <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/27773/1/Fernando%20de%20Abreu%20Marins.pdf>.
- Vitor Manuel Antunes Marto. *A Gestão da Mudança em Sistemas de Informação: a migração do sistema de gestão de doentes para a aplicação SONHO V2 no Centro Hospitalar de Leiria, EPE*. PhD thesis, 2017. URL <https://iconline.ipleiria.pt/bitstream/10400.8/2698/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20MGSIM%20-%20Vitor%20Marto.pdf>.
- Suela Maxhelaku and Alda Kika. Improving interoperability in healthcare using hl7 fhir. 2019. URL https://www.researchgate.net/publication/335362287_IMPROVING_INTEROPERABILITY_IN_HEALTHCARE_USING_HL7_FHIR.
- Hugo Peixoto, Manuel Santos, António Abelha, and José Machado. *Intelligence in Interoperability with AIDA*. 2012. URL https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-34624-8_31.
- Hugo Peixoto, Tiago Guimarães, and José Machado. A new architecture for intelligent clinical decision support for intensive medicine. 2020.

- Ivan Salvadori and Frank Siqueira. A maturity model for semantic restful web apis. 2015. URL https://www.researchgate.net/profile/Frank_Siqueira/publication/281287283_A_Maturity_Model_for_Semantic_RESTful_Web_APIs/links/5695351508ae820ff074a954.pdf.
- Hezbollah Shah and Tariq Rahim Soomro. Node.js challenges in implementation. 2017. URL https://www.researchgate.net/publication/318310544_Nodejs_Challenges_in_Implementation.
- Junhui Song and Min Zhang. Design and implementation of a vue.js-based college teaching system. 2019. URL https://www.researchgate.net/publication/334468164_Design_and_Implementation_of_a_Vuejs-Based_College_Teaching_System.
- Jiafu Tang, Chongjun Yanb, and Pingping Cao. *Appointment scheduling algorithm considering routine and urgent patients*. 2014.
- Terry Winograd. *Designing a new foundation for design*. 2006.



APÊNDICE A

A.1 DEVELOPMENT OF FHIR BASED WEB APPLICATIONS FOR APPOINTMENT MANAGEMENT IN HEALTHCARE

Autores

António Chaves, Tiago Guimarães, Hugo Peixoto, António Abelha e José Machado

Conferência

International Workshop on Healthcare Open Data, Intelligence and Interoperability (HODII)

Resumo

The integration of Information Technology systems in healthcare is no new concept, however, the ever growing solutions offered by the IT field are pushing a revamp of older implementations of Hospital Information Systems. Contemporary web-based solutions are now readily available and promise independence from operating systems and desktop bound systems, while incorporating faster and more secure methods. The focus on interoperable systems has been setting new goals towards fully computerized hospital management and the progress of healthcare standards over the years has made interoperability an obligation. The work presented hereby reflects a FHIR web based application to overcome the problem presented by scheduling and appointment management.

Relação com o trabalho realizado

O presente artigo foi elaborado aquando do estudo da ontologia [FHIR](#) que permitiu a elaboração da estrutura de dados proposta para a plataforma. O aprofundamento do conhecimento da tecnologia permitiu desenvolver a especificação proposta para o projeto.

Estado

Aceite para publicação

