



Integrador para Sistema de Gestão Documental

FILIPE RIBEIRO CARVAS

Outubro de 2015

Integrador para Sistema de Gestão Documental

Filipe Ribeiro Carvas

**Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Informática, Área de Especialização em
Arquiteturas, Sistemas e Redes**

Orientador: Doutor Alberto Sampaio

Júri:

Presidente:

[Nome do Presidente, Categoria, Escola]

Vogais:

[Nome do Vogal1, Categoria, Escola]

[Nome do Vogal2, Categoria, Escola] (até 4 vogais)

Porto, Outubro 2015

Resumo

Devido a padrões existentes na área da saúde e à tecnologia existente, a partilha de documentos clínicos entre entidades tornou-se possível.

O projeto “Integrador para Sistema de Gestão Documental” surge na necessidade da Glintt – Healthcare Solutions conseguir apresentar às entidades de saúde uma alternativa de partilha de resultados clínicos com elevadas taxas de desempenho.

Para atingir esse objetivo, o projeto contemplou, em primeiro lugar, um processo de análise às tecnologias existentes que se enquadravam nos requisitos estabelecidos. Após esta análise, de forma a obter testes mais concretos, estas foram sujeitas a testes de desempenho e análise de custos, o que permitiu selecionar as alternativas mais vantajosas para futura implementação.

Por último, foi desenvolvido um protótipo integrador. Este protótipo permitiu à empresa dispor de uma solução funcional para a partilha de documentos entre instituições. Foi também sujeito a testes de desempenho que permitiram verificar o seu comportamento no envio e na receção de documentos clínicos.

Os objetivos planeados foram atingidos com sucesso o que permitiu à empresa dispor de uma aplicação funcional e um estudo com conclusões sólidas para a partilha de documentos entre instituições de saúde, que lhe possibilitará suprir a necessidade identificada inicialmente.

Palavras-chave: Resultados clínicos, profissional de saúde, HL7 (Health Level Seven), CDA (Clinical Document Architecture), IHE (Integrating the HealthCare Enterprise), MongoDB

Abstract

Due to existing standards in healthcare and existing technology, sharing clinical documents between entities it became possible.

The project "Integration for Document Management System" appears in need of Glintt - Healthcare Solutions fails to submit to health entities an alternative to sharing clinical documents between entities with high performance rates.

To achieve this goal, the project includes, first of all, an analysis process to existing technologies that met the established requirements. After this analysis, in order to obtain more specific tests, they were subjected to performance testing and analysis costs, allowing us to select the most advantageous alternative for future implementation.

Finally, was developed a prototype integrator. This prototype has enabled the company to have a functional solution for document sharing between institutions. It was also subject to performance tests that allowed us to verify their behavior in sending and receiving clinical documents.

The planned objectives were achieved successfully which enabled the company to have a working application and a study of firm conclusions for sharing documents between healthcare institutions, which will enable to meet the need identified initially.

Keywords: Clinical results, health professional, HL7 (Health Level Seven), CDA (Clinical Document Architecture), IHE (Integrating the HealthCare Enterprise), MongoDB

Agradecimentos

Antes de mais gostaria de agradecer ao ISEP (Instituto Superior de Engenharia do Porto) e ao DEI (Departamento de Engenharia Informática), como entidades que me acolheram nesta etapa académica. Foram anos fantásticos que aqui passei.

Agradeço aos profissionais da GlinttHS, nomeadamente ao meu supervisor externo, Eng. Pedro Rocha, pela oportunidade concedida, pela orientação prestada e pela flexibilidade demonstrada. Aos restantes colegas, fica aqui também uma palavra de gratidão pela ajuda na adaptação à realidade da empresa, não esquecendo o bom ambiente de trabalho que todos os dias ajudaram a fomentar.

Deixo também um agradecimento duplo, ao Doutor Alberto Sampaio, pela enorme disponibilidade e por toda a ajuda prestada, principalmente na elaboração deste relatório, cujo contributo foi fundamental.

Um agradecimento especial à minha namorada, Débora, pelo apoio, pela motivação, por ter estado sempre presente, mas acima de tudo, por nunca ter deixado de acreditar em mim, mesmo quando decidi enveredar pelo caminho mais difícil.

Em último, mas não menos importante, quero agradecer à minha família e amigos, por todo o apoio e incentivo.

A todos, o meu sincero obrigado.

Índice

1	Introdução	19
1.1	Problema	19
1.2	Contexto	20
1.3	Objetivos e contribuições	21
1.4	Organização do documento	22
2	Contexto	23
2.1	Conceitos	23
2.2	Health Leven Seven	24
2.2.1	Objetivos	24
2.2.2	Troca de Informação	25
2.2.3	Versões HL7	26
2.2.4	Características	28
2.3	Clinical Document Architecture	29
2.3.1	Estrutura de um documento CDA	30
2.4	Integrating the Healthcare Enterprise	31
2.5	Tecnologias Utilizadas	32
3	Investigação de Soluções	35
3.1	Trabalho Relacionado	35
3.1.1	Área de negócio do protótipo	35
3.1.2	Implementação, metodologia e ferramentas	36
3.2	Análise de soluções	37
3.2.1	Ferramentas HL7	37
3.2.2	Análise do Desempenho	41
3.2.3	Decisão	45
4	Descrição técnica	49
4.1	Análise	49
4.1.1	Requisitos Funcionais	49
4.1.2	Requisitos Não Funcionais	51
4.1.3	Arquitetura	53
4.2	Implementação	54
4.2.1	Interface para o EResults	54
4.2.2	Sítio web de Monitorização	63
5	Testes	69
5.1	Testes à Interface EResults	69
5.2	Testes ao Sítio web de Monitorização	71

5.3	Conclusão dos testes	71
6	Conclusões	73
6.1	Resumo do relatório	73
6.2	Objetivos Realizados	73
6.3	Limitações e trabalho futuro	74
7	Referências	77

Lista de Figuras

Figura 1 – Diferença entre mensagem HL7 v2 e mensagem HL7 v3 (Corepoint, 2013b)	28
Figura 2 – Estrutura de um documento CDA (Practise Fusion, 2014).....	30
Figura 3 – Arquitetura MECIDS e ambiente de implementação (Renly et al., 2008).....	37
Figura 4 – Diferença entre NoSQL e o modelo relacional (Couchbase, 2015).....	42
Figura 5 – Modelo de um sistema MongoDB.....	43
Figura 6 - Diagrama de casos de uso.....	51
Figura 7 – Diagrama de instalação dos componentes	53
Figura 8 – Arquitetura global da comunicação	54
Figura 9 – Diagrama de sequência da inserção de um documento CDA no EResults.....	55
Figura 10 – Canais definidos no Mirth	56
Figura 11 – Configuração do canal da ligação de entrada do Laboratório	57
Figura 12 – Configuração do canal da ligação de saída do Laboratório.....	57
Figura 13 – Configuração do canal da ligação de entrada do Mirth da Glintt	58
Figura 14 – Configuração do canal da ligação de saída do Mirth da Glintt	59
Figura 15 – Excerto de código para inserir informação no EResults e em base de dados.....	60
Figura 16 – Exemplo de documento enviado pela entidade de saúde no primeiro passo	61
Figura 17 – Resposta gerada referente ao primeiro passo para obter documentos.....	61
Figura 18 – Diagrama de sequência da primeira parte para obter documentos.....	62
Figura 19 – Exemplo de documento enviada pela entidade de saúde no segundo passo	62
Figura 20 – Resposta gerada referente ao último passo para obter documentos	63
Figura 21 – Diagrama de sequência da segunda parte para obter documentos.....	63
Figura 22 – Ecrã principal do sítio web de monitorização	64
Figura 23 – Interface para pesquisar um documento.....	65
Figura 24 – Layout de ficheiro XML para acrescentar novos campos à pesquisa.....	66
Figura 25 – Resultados da pesquisa efetuada.....	66
Figura 26 – Documento CDA recebido.....	67
Figura 27 – Resultados finais.....	70

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Tecnologias utilizadas	33
Tabela 2 – Resultados de desempenho do MongoDB	46
Tabela 3 – Resultado de desempenho do Couchbase	46
Tabela 4 – Resultado de desempenho do RavenDB	47
Tabela 5 – Resultados totais de cada base de dados.....	47
Tabela 6 – Testes de desempenho final em MongoDB.....	70
Tabela 7 – Testes de desempenho no sítio web	71
Tabela 8 - Apresentação do grau de cumprimento dos objetivos iniciais do projeto	74

Acrónimos

Lista de Acrónimos

AJAX	Asynchronous Javascript and XML
ANSI	American National Standards Institute
API	Application Programming Interface
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
ASTM	American Society for Testing and Materials
ATA	American Telemedicine Association
BSON	Binary JSON
CDA	Clinical Document Architecture
CMC	Cooperative Monitoring Center
CORBA	Common Object Reference Broker Architecture
CSS	Cascading Style Sheets
DEI	Departamento de Engenharia Informática
DGS	Direção-geral de Saúde
DIM	Distributed Information Management
ERP	Enterprise Resource Planning
FTP	File Transfer Protocol
HIE	Healthcare Information Exchange
HL7	Health Level Seven
HTML	HyperText Markup Language
HTTP	HyperText Transfer Protocol
ID	Identity
IHE	Integrating the Healthcare Enterprise – Iniciativa de profissionais de saúde e da indústria, que visa melhorar as formas de partilha de informação entre sistemas informáticos na área da saúde

IP	Internet Protocol
IPSS	Instituições Particulares de Solidariedade Social
ISEP	Instituto Superior de Engenharia do Porto
ISO	International Standards Organization
jQuery	Biblioteca desenvolvida para o Javascript para simplificar a interação com o HTML
JMS	Java Message Service
JSON	JavaScript Object Notation
LINQ	Language Integrated Query
MDF	Message Development Framework
MVC	Model View Controller
NoSQL	Not Only SQL
OHF	Open Health Framework
OMS	Organização Mundial da Saúde
OSI	Open System Interconnection
PRA	Patient Record Architecture
RDBMS	Relational DataBase Management System
RFP	Request For Proposals
RIM	Reference Information Model
SNOMED	Systematized Nomenclature of Medicine
SOAP	Simple Object Access Protocol
SQL	Structures Query Language
SNS	Serviço Nacional de Saúde
TCP	Transmission Control Protocol
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação
URL	Uniform Resource Locator
WHO	World Health Organization

WSDL	Web Services Description Language
WWW	World Wide Web
XML	Extensible Markup Language – Conjunto de regras que permitem a codificação de documentos eletrónicos

1 Introdução

Neste capítulo é realizada uma apresentação do projeto, bem como os objetivos inicialmente propostos. Começar-se-á por apresentar o problema e sua contextualização. Seguidamente são apresentados os objetivos e principais contributos deste trabalho e conclui-se apresentando a estrutura deste relatório.

1.1 Problema

Na área da saúde, as atividades do dia-a-dia são dificilmente automatizáveis [Scalli, 2008]. As realidades hospitalares podem variar bastante de uma instituição para outra e, conseqüentemente, poderá variar a forma de organizar a informação. Porém, um paciente deve ser atendido da mesma forma em todos os lugares a que se dirigir (DGS, 2011). A maneira de agir de um médico ou um enfermeiro é baseada na observação de cenários concretos e na sua interpretação com base no conhecimento adquirido ao longo dos anos.

A falta de informação de saúde disponível no momento e local em que aquela se torna necessária surge cada vez mais referida como incompreensível e anómala, por parte dos atores que atuam na cadeia de valor da prestação de cuidados de saúde, quer se trate de profissionais, quer se trate de cidadãos enquanto utentes (ARSLVT, 2009). Ou seja, há o entendimento de que a informação de saúde relevante de qualquer utente deve estar acessível, de forma controlada, ao profissional de saúde que lhe presta um qualquer serviço, independentemente do local, da origem e da prestação. Todos os resultados clínicos do seu histórico devem estar disponíveis, sob o risco de colocar em perigo a própria vida.

Assim, padronizar a estrutura da informação, e proporcionar um modelo único de integração, é um desafio que pode ter impacto diretamente na eficiência dos serviços prestados e oferecer uma melhor qualidade na vida das pessoas.

Neste momento o cenário que existe é que quando um utente se dirige a uma entidade que execute exames clínicos, o resultado desse exame efetuado, apenas fica acessível a essa mesma entidade não estando acessível a outras entidades externas, o que representa um problema, como se explica em seguida.

No caso de um utente se dirigir a uma instituição diferente daquela onde realizou exames anteriormente, não havendo forma de obter os resultados desses exames clínicos efetuado anteriormente noutra instituição, o utente poderá ter de repetir o exame, com todas as implicações que isso possa ter. Atualmente em Portugal apenas existe a possibilidade de obter dados clínicos de um utente, mas não resultados clínicos.

De forma a dar resposta a esta situação, tornou-se claro a necessidade de criar um repositório de dados com uma estrutura padrão de comunicação com estes dados centralizados, que se convencionou chamar integrador. Ao criar um repositório de dados centralizado, isto é, uma rede de comunicação, o repositório de dados vai ser alimentado por parceiros, isto é, por instituições, e o repositório alimenta os parceiros.

Tendo em conta as carências existentes na área da saúde detetadas pela empresa Glintt - Healthcare Solutions, S.A, os responsáveis desta empresa definiram como principal objetivo deste trabalho, dotar o seu sistema de gestão documental de um integrador em concordância com os padrões mais utilizados na área da saúde.

1.2 Contexto

A Glintt – Healthcare Solutions, S.A (ou GlinttHS) é uma empresa que está relacionada com o desenvolvimento de Tecnologias de Informação para a área da Saúde, onde é líder do mercado, estando presente, neste momento, em mais de 200 hospitais e clínicas, incluindo as maiores e mais reputadas unidades de saúde do país. Desenvolve projetos para hospitais públicos, Instituições Particulares de Solidariedade Social (IPSS), hospitais privados, clínicas médicas.

A Glintt – HealthCare Solutions, S.A possui atualmente um sistema de gestão documental, designado por EResults. É neste sistema que a empresa pretende incluir o integrador a desenvolver e que constitui o tema deste trabalho.

O EResults é um gestor documental que é constituído por um conjunto de interfaces em que é possível aceder a documentos que se encontram armazenados. Sempre que houver documentos associados a um doente, quer sejam resultados, dados ou qualquer outro tipo de informação, vão ficar indexados no EResults devido a uma das suas interfaces ter a capacidade de conseguir receber e inserir este tipo de informação. O gestor documental neste momento não guarda apenas ficheiros, possui também suporte para gestão de resultados analíticos e

permite visualização de resultados, sendo possível agrupar resultados por consultas de doentes, entre outros.

No fundo, o projeto Integrador para Sistema de Gestão Documental, é mais uma interface para o EResults em que vai ser possível receber resultados de doentes e posteriormente indexá-los no gestor documental, e também a possibilidade de receber interrogações para executar sobre os documentos já armazenados quando as instituições pretenderem obter os resultados dos pacientes.

Neste momento os centros de saúde Portugueses apenas têm a informação dividida pelas suas entidades. Devido à informação relativa a doentes não estar disponível aos profissionais de saúde que se encontram em instituições diferentes, então a solução passaria por criar um sistema para que os centros de saúde pudessem ter acesso a todos os resultados produzidos na zona Norte do País.

1.3 Objetivos e contribuições

A Glintt - Healthcare Solutions, S.A identificou a necessidade de conceber uma arquitetura e definir uma forma padronizada de dotar o seu sistema de gestão documental de um integrador em concordância com as normas mais utilizadas na área de saúde. É de salientar que o trabalho a desenvolver deve apresentar elevado desempenho uma vez que é um fator fundamental para a viabilidade do projeto. Este trabalho deve então atingir os seguintes resultados:

- Estudo e escolha dos protocolos adequados para a rede de comunicação seguindo a normas do IHE;
- Definição da arquitetura do módulo integrador;
- Dotar o integrador documental (EResults) de uma ferramenta capaz de armazenar resultados clínicos e executar interrogações sobre os documentos armazenados;
- Implementação do integrador definido;
- Implementação do sítio web de monitorização.

O desenvolvimento deste trabalho permite suprimir uma lacuna que existe atualmente na empresa e em Portugal que consiste em não existir um repositório central de documentos

com informação sobre resultados clínicos realizados a doentes. Trata-se de um repositório a operar sobre a zona norte que posteriormente irá ser alargado ao restante País.

1.4 Organização do documento

O restante relatório está organizado da seguinte forma:

No segundo capítulo é contextualizado o tema do projeto em que são apresentados conceitos fundamentais sobre o tema da dissertação para uma melhor compreensão dos temas abordados. É também aqui feita uma apresentação das tecnologias usadas no desenvolvimento do projeto.

No terceiro capítulo é apresentada uma descrição de um trabalho relacionado e a análise de soluções para a realização do projeto.

No quarto capítulo são identificados os requisitos funcionais e não funcionais do projeto, tendo em conta os seus objetivos. É apresentada a arquitetura da interface do projeto e descrito com maior pormenor todo o processo de desenvolvimento das tarefas implementadas.

No quinto capítulo, são documentados os testes realizados ao longo do projeto, assim como testes finais de forma a testar o desempenho do sistema.

Para finalizar, no sexto capítulo, é feita uma reflexão de todo o trabalho realizado, comparando os objetivos inicialmente estabelecidos com os resultados obtidos. São ainda apresentadas eventuais limitações e perspetivas de trabalho futuro.

2 Contexto

Neste capítulo são descritos os conceitos essenciais relativos à natureza do projeto, nomeadamente no que diz respeito aos sistemas de gestão documental, cujas principais funcionalidades este projeto procurou desenvolver.

Na parte final do capítulo haverá ainda espaço para uma descrição de carácter mais genérico acerca das tecnologias utilizadas durante a execução do projeto.

2.1 Conceitos

No Preâmbulo da Constituição da Organização Mundial da Saúde (OMS), adotada em 1946, a saúde ficou definida como "um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não meramente a ausência de doença ou enfermidade" (PCOMS, 1948). Posteriormente, a OMS formulou a definição de saúde mental como "o estado de bem-estar no qual o indivíduo realiza as suas capacidades, pode fazer face ao stress normal da vida, trabalhar de forma produtiva e frutífera e contribuir para a comunidade em que se insere" (WHO, 2001).

A saúde passou, então, a ser mais um valor da comunidade do que do indivíduo. É um direito fundamental da pessoa humana, que deve ser assegurado sem distinção de raça, de religião ou condição socioeconómica.

A saúde é, portanto, um valor coletivo, um bem de todos, devendo cada um gozá-la individualmente, sem prejuízo de outrem e, solidariamente, com todos (CEMI, 2014).

Instituições de saúde são estabelecimentos que prestam serviços de saúde para o atendimento da população. Como exemplos de instituições de saúde temos:

- Hospitais
- Centros de Saúde
- Clínicas

2.2 Health Leven Seven

Fundada em 1987 pelo Dr. SamSchultz no hospital universitário da Pensilvânia (He and Xiao, 2013), o HL7 (Health Level Seven) é uma instituição produtora de normas para a área da saúde, especificamente relacionadas com informação clínica e administrativa. É desde 1994 certificada pela ANSI (American National Standards Institute) e tem por missão promover o desenvolvimento de normas relacionadas com a troca, integração, partilha e recuperação de informação eletrónica na saúde, assim como no apoio à prática médica e administrativa e avaliação dos serviços de saúde. Em concreto, a sua missão orienta-se para o desenvolvimento de uma linguagem flexível, de baixo custo, possível de parametrizar, seguindo uma metodologia que permita a interoperabilidade entre os mais diversos sistemas de informação na área da saúde.

O termo Level Seven refere-se ao nível mais elevado do modelo de redes de comunicação da ISO (International Standards Organization), o modelo OSI (Open System Interconnection), o nível de aplicação (Kabachinski, 2006).

O modelo OSI é constituído por sete níveis ou camadas, cada uma com a sua função específica. O sétimo e último nível relaciona-se com a implementação de sistemas abertos, ou seja, não é assumida qualquer restrição acerca do meio de comunicação, tipo de rede ou sistema físico e está relacionado com o utilizador final, tendo por função a definição da estrutura da informação a trocar, a sequência e os instantes para o fazer e as correspondentes mensagens de confirmação/erro. A norma HL7 diz respeito precisamente a este nível do modelo, e tem portanto por objetivo, entre outros, definir o formato e dentro deste, o conteúdo das mensagens a serem trocadas ao nível da aplicação, razão de ser da sua designação, Health Level Seven.

2.2.1 Objetivos

O objetivo da norma HL7 é ser o mais abrangente possível, proporcionando o suporte para o desenvolvimento de sistemas abertos na área da saúde. Se implementada eficazmente é capaz de:

- Proporcionar formatos e protocolos para a troca de informação entre diversos sistemas computacionais na área da saúde, permitindo desta forma integrar equipamentos distintos;

- Ser implementada computacionalmente utilizando uma grande variedade de *software*;
- Tornar possível a unificação de interfaces distintas, uma vez normalizados os vários formatos existentes;
- Minimizar o número e o tempo necessário à implementação de interfaces;
- Melhorar os meios de suporte à decisão pela capacidade de integrar informação clínica entre os vários setores do hospital.

2.2.2 Troca de Informação

A unidade básica de informação a ser trocada entre os vários intervenientes designa-se por mensagem. A norma especifica além das características principais da troca de mensagens entre sistemas distintos (por exemplo mecanismos de sincronização e de erro), os vários tipos de mensagem e respetiva constituição. Genericamente uma mensagem é constituída por segmentos, que por sua vez são constituídos por campos, sendo estes últimos organizados em componentes.

Tipos de Formatos e Mensagens

Numa primeira fase a norma especifica quais as mensagens a serem trocadas, por exemplo, entre os diversos setores do hospital. Os vários tipos de mensagens definidos pela norma HL7 incluem, por exemplo: gestão de pacientes ao nível de admissão, transferências e saídas, pedidos de resultados de exames, observações clínicas e contabilidade. Quanto ao formato dos dados a norma HL7 define o formato segundo o qual os dados devem ser encapsulados, através da definição de mensagens, segmentos e campos. Entre outros aspetos, o formato HL7 descreve como os dados devem ser representados, o seu tipo e quais os caracteres usados para delimitar os vários segmentos numa mensagem.

Eventos

É função da norma HL7 especificar as circunstâncias em que as mensagens devem ocorrer, regra geral como consequência de eventos (*trigger event*). Por exemplo, se for definido à partida que os dados pessoais (nome, morada, etc) de um paciente devem ser difundidos, então, quando se dá a admissão de um paciente, deve automaticamente ser desencadeada uma mensagem que transmita a informação a todos os interessados (não solicitada – *unsolicited message*).

Confirmação/Erro

A norma HL7 define os procedimentos a tomar caso certos erros ocorram entre as aplicações. Se a transmissão dos dados foi efetuada corretamente, então uma mensagem de confirmação (ACK-AA *acknowledgment – Application Accepted*) deve ser enviada. Caso uma aplicação não receba os dados que esperava, esta deve da mesma forma comunicar o facto para a aplicação emissora através da emissão de uma mensagem de erro (ACK-AE *acknowledgment – Application Error*) ou (ACK-AR *acknowledgment – Application Rejected*).

2.2.3 Versões HL7

Nesta secção são descritas as versões de HL7, desde a versão 1 até à versão 3. Atualmente apenas as versões HL7 v2 e v3 se encontram no ativo, sendo que a versão 2 é a mais utilizada (Trotter and Uhlman, 2011).

HL7 Versão 1

A primeira versão 1.0 foi apresentada em 8 de Outubro de 1987 (Benson, 2012) e no essencial definia o âmbito e o formato das mensagens. Apesar de várias funcionalidades terem sido na altura pensadas muitas delas não foram contudo implementadas, por exemplo, as relativas aos dados contabilísticos do paciente.

HL7 Versões 2.x

A versão 2.0 surgiu em Setembro de 1988 (Quinn, 2009) e depois desta foram levadas a cabo uma série de atualizações. A versão 2.1, surgida em Junho de 1990, constituiu a primeira versão a ser reconhecida e efetivamente adotada (nos Estados Unidos).

Em Junho de 1994 a HL7 tona-se membro acreditada da ANSI e em Dezembro desse mesmo ano surge a versão 2.2. Com esta a sua aplicação começa na prática a ser amplamente implementada.

Em Março de 1997, com a introdução da versão 2.3, é alargada de uma forma considerável melhorias nas funcionalidades para a troca de informação relativa à gestão do paciente (admissão, transferências e saídas), contabilidade, observações clínicas, gestão da informação médica, entre outras.

A versão 2.4 surgiu em Outubro de 2000. Esta versão atualiza consideravelmente os conteúdos da informação relativos à gestão do paciente e às requisições médicas.

Em Junho de 2003, nasce a versão 2.5, com muito menor impacto que as duas versões anteriores, introduzindo sobretudo melhorias no suporte à imagiologia.

A versão 2.6 apareceu em Abril de 2007 com novos eventos, segmentos, mensagens e dois novos capítulos.

A última versão desta família, a versão 2.7, foi lançada no início do ano 2011.

HL7 Versão 3

Em 2005 surge a versão 3 (Corepoint, 2013a). Mais do que uma versão, a versão 3 representa uma mudança de paradigma o que a torna radicalmente distinta da versão 2 em vários aspetos.

Em primeiro lugar, a norma tem por base um modelo orientado a objetos, o RIM (*Reference Information Model*). Este modelo proporciona uma visão coerente dos dados a serem trocados numa instituição hospitalar assim como das relações entre os diferentes participantes. Pretende-se assim assegurar que as mensagens sejam consistentes e na prática verdadeiramente utilizáveis pelas entidades e aplicações intervenientes. O resultado desta abordagem conduz por um lado a um número maior de eventos e de formatos de mensagens mas permite por outro a obtenção de mensagens mais precisas, isto é, com muito poucas funcionalidades.

Em segundo lugar, as mensagens são desenvolvidas segundo uma metodologia bem formalizada, MDF (*Message Development Framework*). Este processo envolve o desenvolvimento de diversos modelos, incluindo o RIM já referido e modelos específicos DIM (*Distributed Information Management*).

Outra das funcionalidades da nova versão é a extensão para diferentes formatos de troca de informação. A versão 3 suporta XML, ActiveX e CORBA e tira partido das funcionalidades XML para assegurar a tão desejada interoperabilidade. Para o efeito está disponível uma arquitetura baseada em XML, o CDA (*Clinical Document Architecture*), que proporciona um modelo de trocas com diversos níveis de complexidade e que permite a criação de

documentos XML que incorporam entre si mensagens HL7. Na secção 2.3 será explicado com mais detalhe em que consiste o CDA.

Na figura seguinte é apresentada a estrutura das mensagens HL7 v2 e HL7 v3.

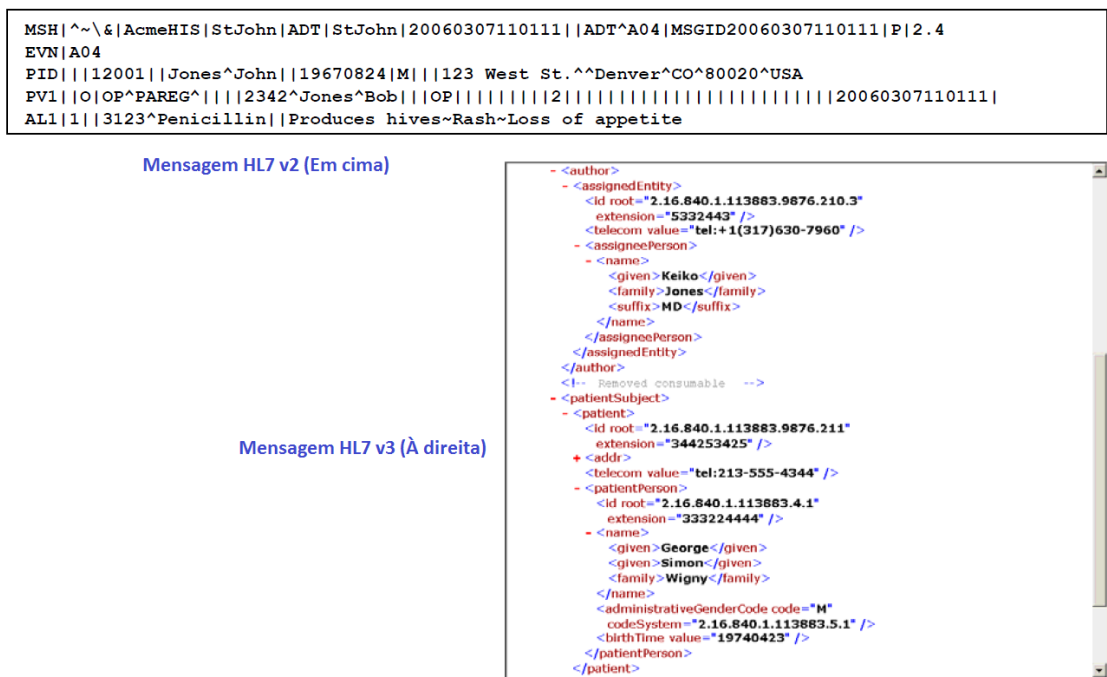


Figura 1 – Diferença entre mensagem HL7 v2 e mensagem HL7 v3 (Corepoint, 2013b)

2.2.4 Características

Entre as características principais, que justificam o interesse pela adoção da norma, salientam-se as seguintes:

- **Bem estabelecida e amplamente utilizada:** a norma encontra-se em uso efetivo num número significativo de países. No caso dos Estados Unidos, é usada por 90% das instituições hospitalares (Liu and Wang, 2010), o que é só por si um facto que justifica a sua utilização.
- **Versátil:** permite satisfazer diversas necessidades, quer ao nível interno dos setores da instituição hospitalar (farmácia, laboratórios, enfermarias), quer ao nível da ligação a outras entidades externas (seguradoras, empresas farmacêuticas).
- **Sistema aberto:** tem por base padrões não proprietários, que resultam da cooperação entre diversas entidades: utilizadores, fornecedores, engenheiros de sistemas, etc.

- **Reconhecida:** por ser formada a partir da cooperação entre diversas instituições hospitalares, a instituição HL7 é acreditada pela ANSI quer pela ISO.
- **Ativa:** a instituição incentiva e promove a cooperação entre os principais interessados na área da saúde (ASC X12, SNOMED, ASTM) de forma a assegurar que as normas produzidas vão efetivamente de encontro às necessidades dos interessados.
- **Flexível:** além de uma grande variedade de mensagens predefinidas permite um grau de liberdade capaz de suportar as necessidades específicas de um utilizador (definição de novas mensagens).

2.3 Clinical Document Architecture

O CDA tem vindo a ser desenvolvido desde 1996, originalmente conhecido como “Kona Architecture”, de seguida como PRA (*Patient Record Architecture*) e agora como CDA (Liang et al., 2012). O CDA HL7 disponibiliza um padrão para a organização de documentos produzidos no decorrer da prestação de serviços de saúde, ou seja, para que a informação neles contida possa ser armazenada digitalmente. Os documentos CDA são codificados através de XML e derivam do HL7 v3 RIM, e como tal utilizam tipos de dados disponibilizados na versão 3 do HL7.

Um documento CDA pode incluir textos, imagens, sons ou outros formatos multimédia que se venham a identificar como necessários.

No HL7 v3, devido à utilização de XML e de vocabulários codificados, o CDA permite a compreensão dos documentos clínicos, quer pelo Homem, quer pela máquina.

Utilizado conjuntamente com o HL7 v3, o CDA utiliza a implementação de um modelo baseado em XML normalizado que especifica a estrutura e a semântica de documentos clínicos com o propósito de serem transferidos entre aplicações com significado.

A complexidade de cada documento representado no CDA depende da complexidade de informação/conteúdos que por este sejam tratados. Desta forma, permite-se a utilização de modelos adequados à resposta de cada necessidade.

- **Entradas:** identificação de condicionantes ao nível dos dados de entrada/cabeçalho e opcionalmente ao nível das secções.

2.4 Integrating the Healthcare Enterprise

O IHE (Integrating the HealthCare Enterprise) é uma iniciativa de um conjunto de profissionais da área da saúde e das TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação) com a finalidade de disponibilizar um conjunto de orientações para a integração de sistemas de informação de cuidados de saúde.

A abordagem na iniciativa IHE é apoiar a utilização de normas existentes como por exemplo HL7, ASTM, DICOM, ISO, OASIS e outras conforme adequado, em vez de definir novos padrões (IHE, 2014). O IHE serve como um documento para uniformizar, discutir e abarcar os problemas de integração da informação entre vários sistemas de informação da saúde.

A iniciativa IHE envolve a colaboração dos profissionais em quatro fases de desenvolvimento distintas:

- **Identificação dos problemas:** Profissionais de saúde e especialistas das TICs identificam problemas comuns de integração a acesso à informação de saúde, de fluxos de informação clínica, administração e infraestrutura.
- **Especificação dos Perfis e Integração:** Identificação dos padrões que são necessários para dar resposta à totalidade dos requisitos. As especificações técnicas para implementação dos padrões que se venham a identificar são documentadas no documento “IHE Technical Framework”.
- **Implementação e teste:** Os fornecedores procedem à integração das aplicações e testam a sua capacidade de inter operar.
- **Indicações para a integração:** Apresentação dos requisitos verificados na integração de diferentes aplicações por parte dos fornecedores e identificação, por parte dos utilizadores das aplicações, dos requisitos que devem constar do pedido de propostas, tendo por objetivo agilizar o processo de compras das soluções.

Em termos de domínio de aplicação, o IHE apresenta as seguintes *frameworks*:

- IHE Anatomic Pathology
- IHE Cardiology
- IHE Dental
- IHE Endoscopy
- IHE Eye Care
- IHE IT Infrastructure
- IHE Laboratory
- IHE Patient Care Coordination
- IHE Patient Care Device
- IHE Pharmacy
- IHE Quality, Research and Public Health
- IHE Radiation Oncology
- IHE Radiology

Prevê-se ainda mais a expansão do modelo integrado de modo a incluir um maior número de cuidados de saúde (IHE, 2014), e que os mesmos sejam suportados através de fluxos de informação bem definidos, para além da promoção da inclusão de novas áreas de integração dos problemas entre sistemas de informação que se venham a disponibilizar na área da saúde e na comunidade de utilizadores.

2.5 Tecnologias Utilizadas

As tecnologias utilizadas neste projeto foram aquelas a que a empresa recorre habitualmente na execução dos seus projetos. Neste caso específico a equipa que desenvolveu o sistema de gestão documental utiliza as tecnologias Microsoft .NET. A lista das tecnologias utilizadas é apresentada na tabela 1.

Tabela 1 – Tecnologias utilizadas

Tecnologia	Descrição
Framework .NET	Plataforma para aplicações de <i>software</i> da Microsoft. Consiste num conjunto de desenvolvimento e utilização de componentes para a criação de sítios web, serviços web e <i>windows applications</i> .
C# (C Sharp)	Linguagem de programação orientada a objetos que é baseada em C++, com elementos do Visual Basic e Java. O C# foi projetado como a principal linguagem de programação a utilizado no ambiente .NET.
XML	Linguagem de marcação desenvolvida para a estruturação de documentos eletrónicos. É usada genericamente por serviços de troca de dados entre sistemas de outra forma incompatíveis.
Web Services	É um componente de sistema desenhado para suportar interoperabilidade entre máquinas distintas através de uma rede, sendo independente de plataformas, linguagens de programação e sistemas operativos. Este contém uma interface denominada de WSDL, descrita num formato capaz de indicar toda a sua estrutura.
MVC	Padrão de arquitetura para construção de aplicações que separa os dados (modelo) a partir da interface do utilizador (visão) e processamento (<i>controller</i>), proporcionando uma interface de programação entre os dados e os processos.
HTML	Linguagem de marcação utilizada para estruturar documento de texto e multimédia e para estabelecer ligações de hipertexto entre documentos, usados extensivamente na <i>World Wide Web</i> .
Javascript	Permite incluir funções em páginas HTML de modo a adicionar um comportamento dinâmico as páginas. Foi implementado como parte dos <i>browsers</i> para que scripts pudessem ser executados do lado do cliente e interagissem com o utilizador sem a necessidade de este passar pelo servidor.
CSS3	Linguagem de estilo utilizada para definir a apresentação de documentos escritos em uma linguagem de marcação, como HTML ou XML. O principal benefício é promover a separação entre o formato e o conteúdo de um documento.
jQuery	Popular biblioteca de rotinas concebida para escrever aplicações em Javascript e automatização de páginas <i>Web</i> . Inclui inúmeras funções para lidar com HTML e folhas de estilo (CSS), bem como programação AJAX.

3 Investigação de Soluções

Neste capítulo é apresentado um trabalho relacionado com o projeto que foi desenvolvido. Tanto quanto foi possível pesquisar, este foi o único caso encontrado. Foi desenvolvido utilizando o mesmo conceito deste projeto, mas em ambientes diferentes, daí a não se enquadrar no problema para ser possível utilizar como base para este projeto, apesar de também não estar disponível.

São também apresentadas as soluções encontradas para a elaboração do trabalho mediante a análise realizada.

3.1 Trabalho Relacionado

Neste subcapítulo será apresentado um protótipo desenvolvido pela IBM para o Departamento de Saúde e Serviços Humanos nos Estados Unidos (HSS) utilizando a norma HL7 e as especificações de interoperabilidade do IHE.

O protótipo desenvolvido foi uma aplicação web, com a parceria da Middle East Consortium for Infectious Disease Surveillance (MECIDS), de forma a melhorar os relatórios dos alimentos de doenças transmitidas dentro e entre os governos dos países parceiros para posteriormente haver a possibilidade de desenvolver melhores ferramentas para a prevenção e deteção de doenças.

O protótipo fornece uma aplicação web e repositórios em Israel, Jordânia e no Ministério de Saúde da Palestina. Um quarto repositório para a partilha de relatórios situa-se no Centro Cooperativo de Monitorização (CMC - Cooperative Monitoring Center) em Amã, na Jordânia. Este protótipo fornece a transformação da informação para a norma HL7 CDA IHE-XDS LAB, política para a partilha de documentos no CMC, e novas ferramentas de análises baseadas em documentos.

3.1.1 Área de negócio do protótipo

A descrição seguinte é a apresentada pela IBM para o protótipo. A saúde da população é uma importante função do governo universal. A saúde da população abrange vários tipos de programas, cada um adquirindo grande quantidades de dados da população para identificar

tendências num campo particular. Foi focado em vigilância de doenças infecciosas e detecção de surtos, nomeadamente no que diz respeito a doenças alimentares. A segurança alimentar envolve testes regulares nos locais de produção de alimentos, bem como a investigação e detecção de surtos.

Os governos recebem resultados clínicos de laboratórios, quando os resultados dos pacientes são positivos a organismos tais como Salmonella, Shigella ou a Escherichia coli. Os laboratórios de saúde públicos recebem estes resultados isolados de forma a testarem a origem da contaminação.

A capacidade do governo para agregar e analisar rapidamente os dados recebidos são muitas vezes frustrados inconsistentes formatos de dados e os recursos dispendiosos necessários para pré-processamento antes de ser capaz de analisar, visualizar e reportar sobre a situação atual.

A população é melhor servida por uma norma tecnologia normalizada de relatórios que simplifica a colheita de dados e automatiza o processo de detecção de modo a que os epidemiologistas possam dedicar o seu tempo à investigação e à prevenção. Adotar trocas de informação de saúde (HIE – Healthcare Information Exchange) com os objetivos da saúde pública é um forte ponto de entrada para construir uma infraestrutura em todo o país para clínicas tradicionais.

3.1.2 Implementação, metodologia e ferramentas

Israel, Jordânia e o ministério de saúde da Palestina, recolhem informação dos relatórios acerca de Salmonella e Shigella para detetar surtos e identificar a origem de contaminação do alimento. A partilha de dados públicos de saúde a nível regional é cada vez mais uma prioridade nestes países que partilham comida, água e bens.

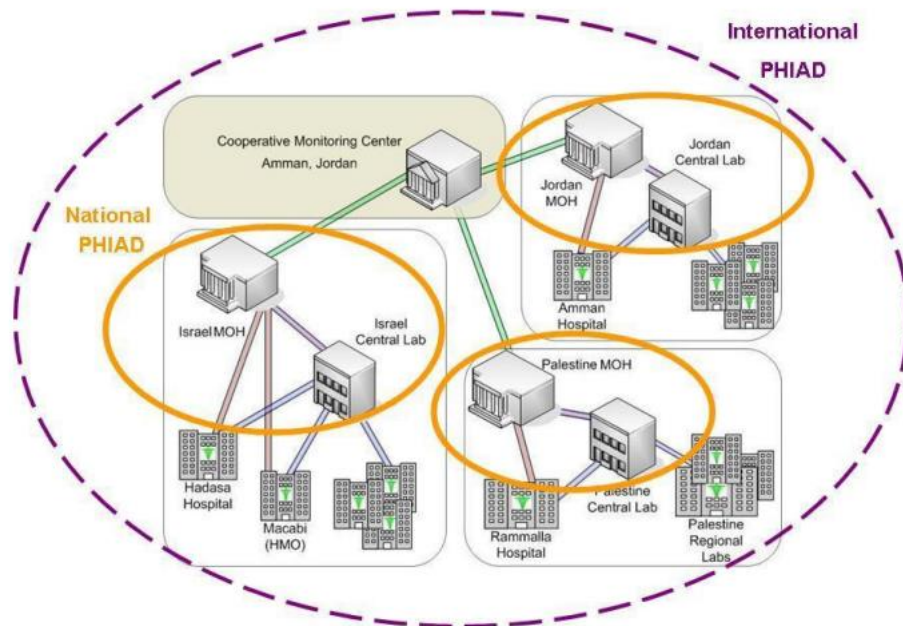


Figura 3 – Arquitetura MECIDS e ambiente de implementação (Renly et al., 2008)

Desde que a recolha de dados de saúde pública é de natureza hierárquica, PHIAD (Public Health Information Affinity Domain) foi desenvolvida como uma solução hierárquica. Como podemos verificar na figura 3, os dados são automaticamente propagados a partir de uma camada para a outra usando o mesmo mecanismo de comunicação e a mesma tecnologia, o IHE-XDS. A aplicação web é construída em cima do software de código aberto para o XDS fornecido pelo Eclipse Open Health Framework (OHF). O OHF fornece uma extensão de implementação para ajudar o lado do cliente da infraestrutura do IHE.

3.2 Análise de soluções

Neste capítulo serão apresentadas as soluções estudadas para o sistema de gestão documental. O estudo consistiu numa análise de soluções envolvendo uma comparação com os tipos de ferramentas para HL7 e bases de dados existentes atualmente.

3.2.1 Ferramentas HL7

O projeto proposto exige que o gestor documental consiga comunicar com outros sistemas através do protocolo normalizado HL7. De seguida são apresentados os critérios que levaram à seleção das ferramentas para trocar mensagens HL7 e as ferramentas consideradas, de forma a ser possível escolher a mais apropriada.

A pesquisa efetuada sobre as tecnologias e ferramentas existentes teve como principais critérios:

- Ser de código livre;
- Independência da plataforma;
- Conformidade com os protocolos existentes.

As ferramentas de envio e recepção de mensagens para os sistemas de informação no ramo da saúde encontrados de modo a satisfazer os requisitos estabelecidos foram:

- Mirth;
- HL7Connect;
- Iguana.

De seguida são apresentadas e analisadas as ferramentas HL7 selecionadas.

Ferramenta Mirth

A ferramenta Mirth é uma ferramenta independente da plataforma, de código aberto e que permite o envio bidirecional de mensagens em diferentes tipos de protocolos padrão entre sistemas e aplicações sob múltiplos modos de transporte. O Mirth permite a filtragem, transformação e encaminhamento de mensagens de acordo com as regras definidas pelo utilizador.

A criação de meios de comunicação para sistemas existentes torna-se fácil através de uma interface gráfica e com a configuração de canais com a ajuda de *wizards* que permitem associar aplicações com os componentes do motor do Mirth (Mirth, 1993).

A arquitetura Mirth é baseada em canais para conectar os sistemas fazendo uso do protocolo padrão de mensagens. Os canais consistem em pontos de recepção ou envio, filtros e transformadores. Pode-se associar múltiplos filtros e transformadores a um determinado canal. A interface gráfica do Mirth permite a reutilização da configuração dos filtros e dos transformadores em múltiplos canais. Os pontos dos canais são usados para configurar conexões e detalhes dos protocolos. Os pontos de recepção são usados para designar o tipo de *listener* das mensagens, tal como *web services*. Os pontos de envio são usados para designar os destinos das mensagens *outgoing* como por exemplo uma base de dados.

A Mirth permite registar todas as transações efetuadas de modo a verificar o seu correto funcionamento. É extensível ao ponto de permitir criar e/ou usar filtros e perfis de validação e transformar as mensagens padronizadas mapeando segmentos das mesmas para interrogar a bases de dados e enviar mensagens por correio eletrónico ou transformá-las em XML num formato desejado de modo a ser interpretado pelas funcionalidades do sistema.

Esta ferramenta pode ser configurada para receber e enviar mensagens e conectar-se através de uma variedade de protocolos tais como TCP (Transmission Control Protocol), bases de dados, ficheiros, correio eletrónico, FTP (File Transfer Protocol), SOAP (Simple Object Access Protocol) e JMS (Java Message Service).

Os benefícios de usar uma ferramenta como o Mirth são:

- **Código livre:** O Mirth é uma ferramenta de código livre (certificado pela OSI) que ajuda a fomentar outros projetos de código livre tal como o Apache Rhino;
- **Segurança:** O facto de o Mirth ser uma ferramenta livre faz com que tenha sido testado e revisto por múltiplos programadores da comunidade de código livre;
- **Valor:** O Mirth é livre para ser usado sem qualquer tipo de licença ou taxas associadas. Providência um conjunto de sistemas para a saúde que podem ser descarregados e instalados no Mirth;
- **Extensível:** A arquitetura core do Mirth pode ser facilmente alargada para se ajustar às funcionalidades dos sistemas no qual se pretende integrar. Por ser uma ferramenta de código livre, vai estar sempre atualizada com os últimos avanços dos serviços na área da saúde;
- **Incorporável:** O Mirth pode ser facilmente incorporada numa variedade de aplicações;
- **Comprovado:** Já processou milhares de mensagens e está em uso em centenas de ambientes de produção.

HL7Connect

O HL7Connect é um motor de interfaces de transmissão de mensagens HL7 entre aplicações, isto é, gere mensagens e documentos de forma a serem trocados numa grande variedade de mecanismos de transporte, eliminando a necessidade de comunicação direta entre as aplicações. Facilita a gestão de múltiplos sistemas que transmitem mensagens HL7 em múltiplos formatos tal como TCP/IP e ficheiros. As mensagens podem ser recebidas ou

enviadas, armazenadas ou redirecionadas, validadas ou manipuladas. As mensagens armazenadas podem ser visualizadas, interpretadas, reenviadas, copiadas ou apagadas com o uso do editor de mensagens do HL7Connector (HL7Connect, 2000).

De acordo com o fabricante oferece todas a funcionalidades necessárias pelas grandes organizações de saúde. É executado como um serviço do sistema *Windows* e os dados são armazenados numa base de dados. A administração e monitorização do HL7Connect é efetuada via uma interface *web*.

As principais vantagens da utilização do HL7Connect são:

- Armazena e redireciona mensagens;
- Suporta múltiplas camadas de transporte de mensagens;
- Permite a manipulação de mensagens;
- Facilmente configurável através de uma interface web;
- Efetua notificação de eventos;
- Suporta mensagens HL7.

Contudo não é uma ferramenta de código livre e apenas suporta o protocolo HL7.

Iguana

O Iguana HL7 foi concebido de forma, segundo o fabricante, a ser excepcionalmente fácil de configurar e manter interfaces HL7. É uma solução simples e eficaz que permite aos sistemas de informação de saúde, bem como bases de dados, trocar informação facilmente fazendo o uso do protocolo padrão HL7 (Iguana, 2015).

É uma solução especialmente concebida para direcionar, transformar e mapear mensagens HL7.

Tem a possibilidade de enviar mensagens provenientes de uma única origem para múltiplos destinos de uma forma viável, coordenada e seletiva através de critérios definidos pelo utilizador.

A transformação de mensagens HL7 é facilmente configurada de modo a transportar o *output* de um sistema para ser entregue como *input* a um outro sistema tal como este espera receber a mensagem HL7.

O Iguana facilmente lê mensagens com origem de bases de dados assim como escreve mensagens vindas de outros sistemas em bases de dados.

Como vantagens da utilização do Iguana podemos salientar:

- **Facilmente configurável:** permite a configuração de canais de comunicação através de uma interface gráfica;
- **Versátil:** é uma solução independente da plataforma, com suporte de ligação a múltiplas bases de dados;
- **Comprovado:** O Iguana ganhou um prémio de interface *engine* pela ATA (*American Telemedicine Association*).

Apesar de apresentar características vantajosas, não é uma ferramenta *open-source* e apenas tem suporte para o protocolo HL7.

Decisão

A solução que melhor satisfaz os requisitos é a utilização da ferramenta Mirth uma vez que é a única de código aberto e livre. Para além disso é de fácil configuração, suporte de diferentes protocolos de mensagens para estabelecer a comunicação entre os sistemas e com uma comunidade de suporte já bastante desenvolvida.

3.2.2 Análise do Desempenho

No que diz respeito ao armazenamento, uma vez que vai ser preciso processar grandes quantidades de dados, ser necessário guardar documentos e ter um desempenho bastante elevado, a decisão tomada em conjunto com a empresa foi a de se optar por uma base de dados NoSQL (Not Only SQL).

O modelo de dados relacional e o NoSQL são muito diferentes. O modelo relacional organiza os dados em várias tabelas relacionadas entre si e organizadas em linhas e colunas. A informação tem que ser recolhida de várias tabelas e nos dias de hoje as aplicações empresariais possuem muitas vezes centenas de relações entre tabelas (Couchbase, 2015).

As bases de dados do tipo NoSQL seguem um modelo muito diferente. Por exemplo, numa base de dados NoSQL orientada a documentos, os dados que vão ser guardados são agregados em documentos usando o formato JSON.

Na figura seguinte podemos observar a diferença entre o modelo NoSQL e o modelo relacional.

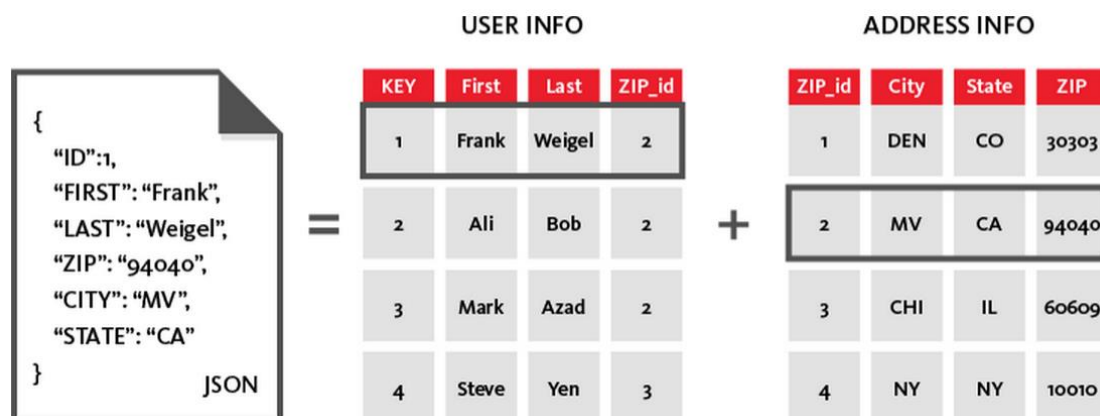


Figura 4 – Diferença entre NoSQL e o modelo relacional (Couchbase, 2015)

Como podemos verificar na figura acima apresentada, utilizando o modelo NoSQL orientado a documentos a informação fica disponível apenas num documento enquanto no modelo relacional a informação se encontra distribuída por várias tabelas, neste caso duas. Agregar esta informação pode levar à duplicação, mas como armazenamento já não é um problema (Couchbase, 2015), o modelo de dados resultante é flexível, eficiente na distribuição dos documentos resultantes e com melhoria de desempenho em ler e escrever na base de dados. Para escolher a base de dados NoSQL que melhor se adequa a aplicações interativas, questões como escalabilidade, desempenho, disponibilidade e fácil implementação, são critérios fundamentais de seleção que devem ser considerados e analisados (Diomon and Grigorchuk, 2013).

Desta forma, a pesquisa efetuada teve em conta os seguintes critérios:

- Base de dados NoSQL;
- Ser de código livre;
- Desempenho;
- Ser orientada a documentos;

De forma a cumprir os requisitos acima estabelecidos foram consideradas os seguintes sistemas:

- MongoDB

- DocumentDB
- CouchBase

De seguida são apresentados e analisados os sistemas de bases de dados definidos tendo em conta os critérios acima apresentados.

MongoDB

O MongoDB é uma base de dados multiplataforma de código livre orientada a documentos, uma espécie de base de dados NoSQL. Como uma base de dados deste tipo, o MongoDB evita uma estrutura baseada em tabelas como as bases de dados relacionais para se adaptar a documentos JSON que usa um esquema dinâmico chamando BSON (*Binary JSON*). Este tipo de dados é um formato binário que utiliza JSON para guardar os dados.

MongoDB armazena uma série de bases de dados. Cada base de dados contém um conjunto de coleções. Cada coleção contém um conjunto de documentos em que estes têm um esquema dinâmico, isto é, os documentos de cada coleção não precisam de ter o mesmo conjunto de campos ou estrutura, podendo assim conter diferentes tipos de dados.

Para as interrogações no MongoDB, existem operadores e métodos definidos pelo sistema para realizar operações como filtragem e agregações. Para além de suportar pesquisas em estruturas alinhadas, utiliza um método “Find” que permite definir o número de campos a serem retornados. Suporta pesquisas por campo, pesquisas recorrendo a expressões regulares e pesquisas por intervalos.

Na Figura 5 é apresentado o modelo de dados de um sistema MongoDB.

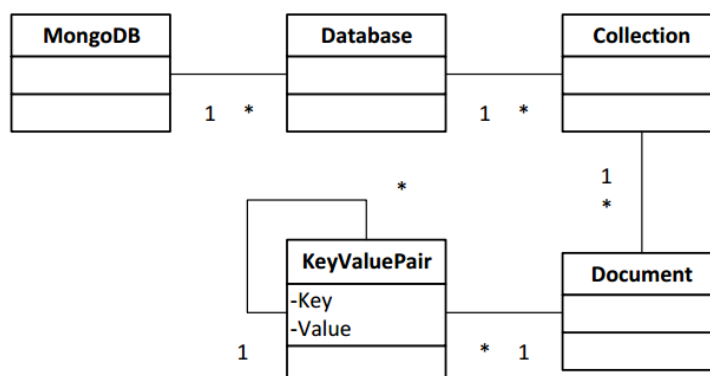


Figura 5 – Modelo de um sistema MongoDB

O MongoDB centra-se nos seguintes aspetos:

- **Flexibilidade:** Armazena os dados em JSON (que são serializados para BSON) em que fornece um rico modelo de dados e o seu esquema dinâmico torna mais fácil evoluir o modelo de dados em comparação a um esquema como um RDBMS (*Relational Database Management System*).
- **Poderoso:** Fornece muitas das características de um tradicional RDBMS tais como índices secundários, consultas dinâmicas, ordenação e fácil agregação. Isto dá-lhe a amplitude de funcionalidade que se costuma estar habituado de um RDBMS, com a flexibilidade e a capacidade de escalabilidade que um modelo não relacional não permite.
- **Rapidez/Escalabilidade:** Ao manter os dados relacionados juntos em documentos, as interrogações podem ser muito mais rápidas do que uma base de dados relacional em que os dados relacionados são separados em várias tabelas e, mais tarde, precisam de ser juntados. É possível aumentar a capacidade, sem qualquer momento de inatividade, o que é muito importante no mundo da web.
- **Fácil de usar:** O MongoDB é fácil de instalar, configurar, manter e usar. Para isto ser possível, fornece algumas opções de configuração e tenta automaticamente fazer a “coisa certa” sempre que possível.

CouchBase

De acordo com o fabricante, CouchBase é um sistema de base de dados distribuído NoSQL de alto desempenho com um modelo de dados flexível. Escala com o *hardware* para suportar grandes conjuntos de dados com um número elevado de leituras e escritas concorrentes, mantendo a baixa latência e uma forte consistência.

Com a versão 3.0, o Couchbase Server tem estendido significativamente a arquitetura subjacente, com grandes melhorias para as áreas principais de escalabilidade, desempenho, disponibilidade, administração, segurança e desenvolvimento.

Segundo o sítio do fabricante, como principais características podemos destacar:

- Escalabilidade
- Elevado desempenho
- Disponibilidade
- Flexível
- Focada no programador

RavenDB

O RavenDB é um sistema de base de dados NoSQL orientada a documentos criada por Ayende Rahien, um dos colaboradores do mapeamento objeto-relacional, o NHibernate. Além de ser NoSQL, é também de código livre, tendo o seu código publicado no Github, mas também existe uma versão comercial.

Como uma base de dados orientada a documentos, o RavenDB armazena os seus dados livre de esquemas, ou seja, não existe qualquer relação entre uns e outros documentos.

Desenvolvido em .NET, este permite uma fácil integração com o mesmo. O RavenDB contém uma API de fácil utilização e também pode ser utilizado em Silverlight. Permite ainda que seja utilizado o Map/Reduce através de interrogações LINQ.

Em relação às características do RavenDB temos:

- **Livre de esquemas:** Permite apenas guardar o que se pretende sem esquemas de bases de dados rígidas.
- **Escalável:** RavenDB suporta grandes tipos de dados.
- **Fácil de usar:** Desenvolvido em .NET o que possui fácil integração com o mesmo.

3.2.3 Decisão

Para conseguir perceber qual destas opções selecionadas seria a melhor solução para o armazenamento dos documentos, elas foram instaladas numa máquina de forma a realizar vários testes em circunstâncias iguais para ser possível chegar à conclusão acerca de qual teria o melhor desempenho.

Para cada base de dados foram realizados quatro tipos de testes, e cada teste foi repetido sete vezes. Os testes realizados foram os seguintes:

- Inserir um documento (Teste A)
- Inserir cem documentos (Teste B)
- Inserir dez mil documentos (Teste C)
- Pesquisar um documento pelo identificador do paciente no total inserido (Teste D)

Os resultados realizados ao desempenho das bases de dados estão apresentados nas tabelas seguintes, em milissegundos. O valor mais alto e mais baixo foram eliminados partindo do princípio que estes ocorreram em circunstâncias anormais.

Tabela 2 – Resultados de desempenho do MongoDB

	Teste A	Teste B	Teste C	Teste D
Repetição 1	124 (Eliminado)	149 (Eliminado)	1827 (Eliminado)	10 (Eliminado)
Repetição 2	112	133 (Eliminado)	2899	9 (Eliminado)
Repetição 3	110 (Eliminado)	146	2436	10
Repetição 4	119	140	1852	10
Repetição 5	113	149	3140 (Eliminado)	10
Repetição 6	124	148	2341	10
Repetição 7	115	141	2607	9
Média	116,6	144,8	2427	9,8

Tabela 3 – Resultado de desempenho do Couchbase

	Teste A	Teste B	Teste C	Teste D
Repetição 1	179	196	2898	165
Repetição 2	189 (Eliminado)	207	3024 (Eliminado)	163 (Eliminado)
Repetição 3	178	203	2758 (Eliminado)	175 (Eliminado)
Repetição 4	176 (Eliminado)	202	3024	166
Repetição 5	185	195 (Eliminado)	3013	166
Repetição 6	184	210 (Eliminado)	2862	165
Repetição 7	184	204	2905	171
Média	182	202,4	2940,4	166,6

Tabela 4 – Resultado de desempenho do RavenDB

	Teste A	Teste B	Teste C	Teste D
Repetição 1	209	938	41847	40
Repetição 2	211	670	45546	40
Repetição 3	196	722	46302	41
Repetição 4	194 (Eliminado)	644 (Eliminado)	40077	44 (Eliminado)
Repetição 5	207	1140 (Eliminado)	40041 (Eliminado)	41
Repetição 6	215	652	49384 (Eliminado)	40
Repetição 7	225 (Eliminado)	711	46885	39 (Eliminado)
Média	207,6	738,6	44131,4	40,4

Tabela 5 – Resultados totais de cada base de dados

	Teste A	Teste B	Teste C	Teste D
MongoDB	116,6	144,8	2427	9,8
Couchbase	182	202,4	2940,4	166,6
RavenDB	207,6	738,6	44131,4	40,4

A tabela 5 resume os resultados obtidos com cada base de dados. Como se pode verificar, MongoDB foi a solução que melhor resultados apresentou e portanto que melhor se adequa ao problema, não só pelo rápido armazenamento dos dados, mas também pela rapidez em pesquisar grandes quantidades de documentos armazenados. Apesar de ser uma base de dados NoSQL de código livre e orientada a documentos como as restantes, como é possível verificar nos resultados dos testes efetuados apresenta um grande desempenho, é altamente escalável, permite alterar o esquema da base de dados, de forma a não ter um esquema rígido, e possui uma comunidade de suporte bastante desenvolvida.

4 Descrição técnica

Ao longo deste capítulo será abordada a fase de análise e de desenvolvimento do projeto. Este capítulo visa contribuir para uma maior compreensão de todo o trabalho realizado neste projeto.

Para descrever a implementação do objetivo proposto, sendo este dotar o sistema de gestão documental de um integrador em concordância com as normas mais utilizadas na área de saúde, a descrição da implementação da solução está dividida em duas fases:

- Implementação da interface integradora para o EResults
- Implementação do Web Site para monitorização

Para cada uma das fases, é apresentada a informação mais técnica, sendo explicitados todos os detalhes de implementação importantes.

4.1 Análise

Neste subcapítulo é apresentada a identificação e análise dos requisitos do cliente, neste caso obtidos a partir do supervisor da empresa.

Serão expostos os requisitos, quer funcionais quer não funcionais, identificados, juntamente com os respetivos casos de uso.

4.1.1 Requisitos Funcionais

Durante a especificação da solução foram identificados os seguintes requisitos funcionais:

- **Suporte do protocolo HL7**
A interface deve suportar um determinado conjunto de mensagens HL7, no entanto este conjunto tem de ser extensível e no limite suportar todas as mensagens do protocolo.

- **Envio de documentos CDA**
A interface deve ser capaz de garantir que todas as mensagens HL7 produzidas são enviadas.
- **Receção de documentos CDA**
A interface deve ser capaz e garantir a receção de mensagens HL7 provenientes de outros sistemas.
- **Seguir normas IHE**
As mensagens HL7 enviadas e recebidas devem estar de acordo com as normas IHE.
- **Histórico de comunicações**
A interface deve manter um histórico de todas as comunicações efetuadas e recebidas.
- **Deteção de erros**
A interface deve ter a capacidade de detetar e fazer o respetivo registo de erros de comunicação e processamento.

Na Figura 6 é apresentado o diagrama de casos de uso referente aos requisitos funcionais.

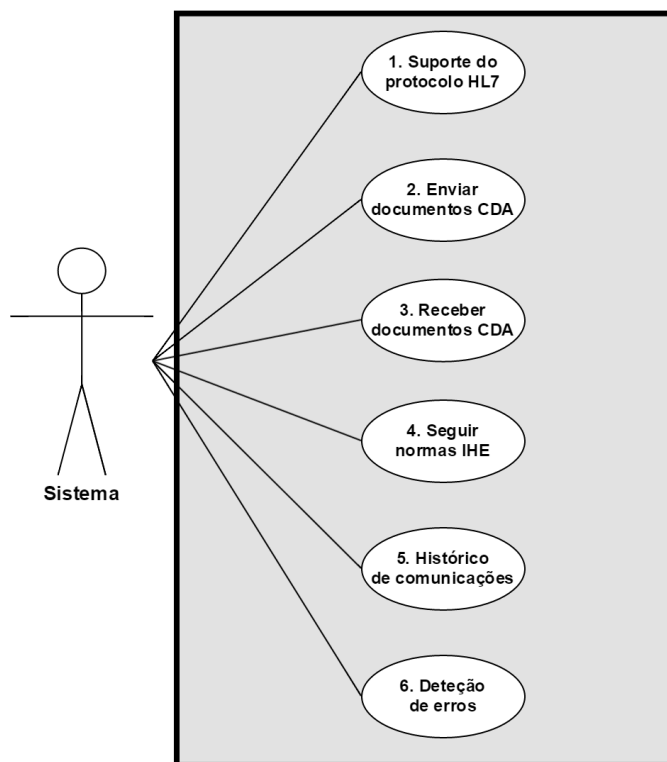


Figura 6 - Diagrama de casos de uso

4.1.2 Requisitos Não Funcionais

Nesta secção são apresentados os requisitos não funcionais, isto é, os que estão relacionados com o uso das aplicações em termos de desempenho, segurança, entre outros.

- **Desempenho**

As operações dessem ser processadas com eficácia, sempre que possível, de modo a responderem rapidamente. No entanto o desempenho está dependente do acesso à rede devido à utilização de *Web Services*, podendo variar com o congestionamento da rede. Este requisito foi considerado fundamental para determinar a viabilidade do integrador e por isso, fundamental para o projecto.

- **Segurança**

A segurança constitui um dos requisitos fundamentais para qualquer aplicação. O conceito de segurança é bastante importante pois as aplicações possuem uma interface de comunicação usando *Web Services* e por isso é essencial que a informação flua de forma segura. Para garantir a segurança é necessário proteger essas ligações.

- **Escalabilidade**

A solução desenvolvida deverá prever e permitir adicionar facilmente novas funcionalidades que possam ser do interesse da organização.

- **Confiança**

As informações que são trocadas com o uso das aplicações, não deverão de alguma forma ser usadas de forma indevida.

- **Fiabilidade**

A interface integradora deverá possuir características ao nível de fiabilidade do seu desempenho, nomeadamente no que diz respeito à sua tolerância a falhas. A execução de testes deverá comprovar o cumprimento deste requisito.

4.1.3 Arquitetura

A definição da arquitetura é um passo crucial no processo de implementação de um sistema de *software*. Nesta secção descrevemos a disposição física dos componentes.

Os vários componentes encontram-se em diferentes servidores, mas todos eles estão instalados em máquinas sobre o *Windows Server*. Na figura 7, podemos ver o diagrama de componentes.

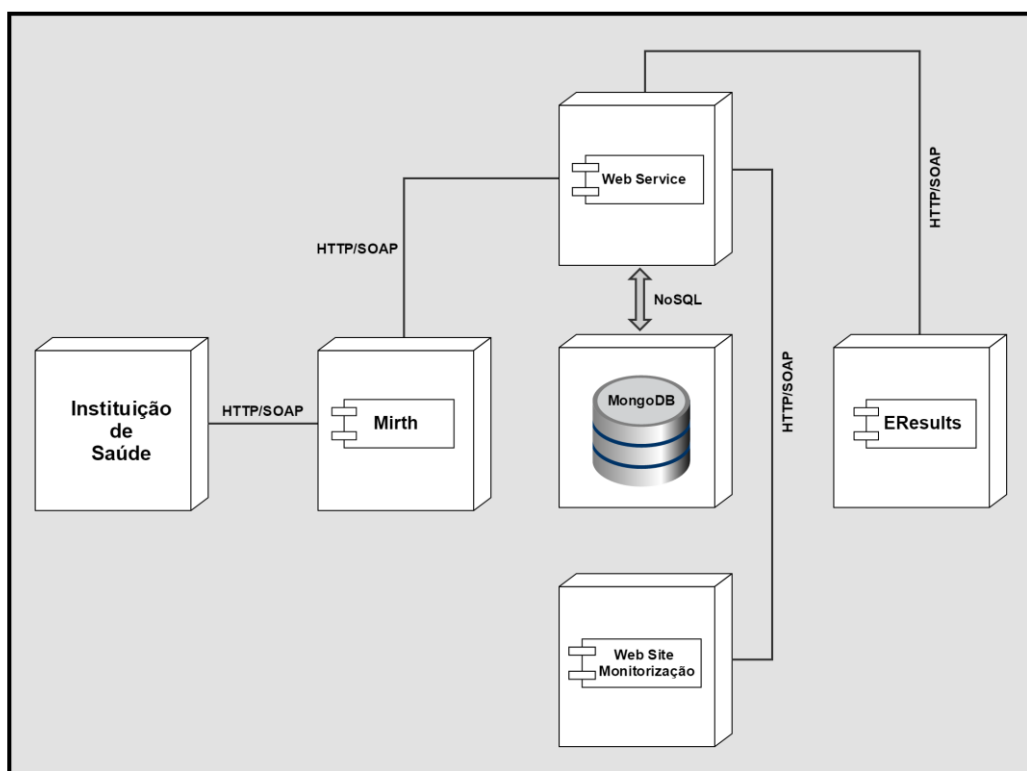


Figura 7 – Diagrama de instalação dos componentes

4.2 Implementação

Após a fase de análise, que consistiu num estudo mais genérico das funcionalidades oferecidas por cada uma das alternativas selecionadas, a fase de implementação propriamente dita consistiu no desenvolvimento de um protótipo de uma interface para o gestor documental já existente na empresa.

Nesta secção é apresentado todo o processo de desenvolvimento não só da interface para o EResults mas também do sítio web de monitorização.

4.2.1 Interface para o EResults

O passo inicial no desenvolvimento da solução foi a definição da arquitetura que permitiria criar uma camada de comunicação entre os diversos componentes. A Figura 8 representa a arquitetura ao mais alto nível desta camada.

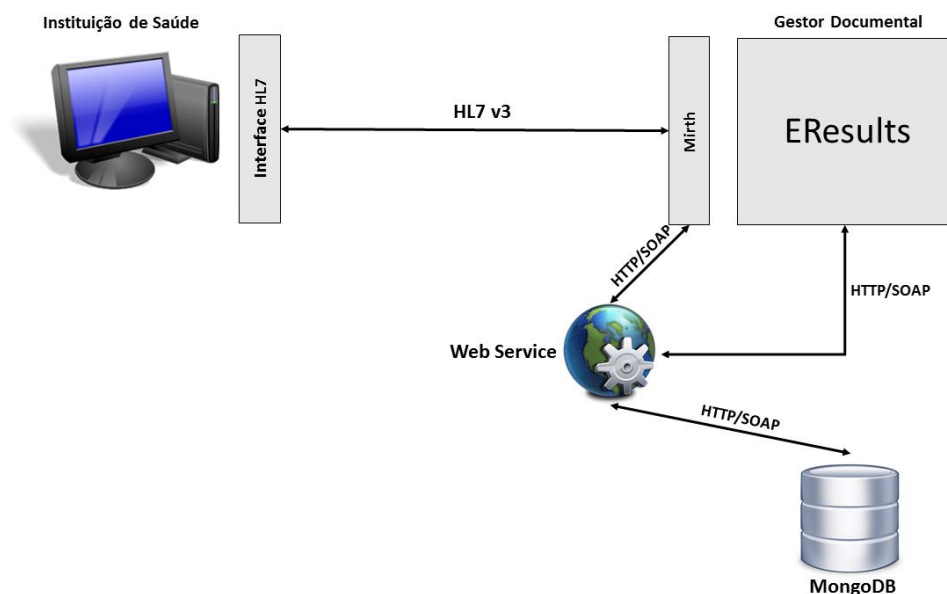


Figura 8 – Arquitetura global da comunicação

Como podemos verificar na figura apresentada, a instituição de saúde (pode ser um laboratório, centro de saúde ou até mesmo um hospital) vai produzir o relatório clínico, o qual será enviado em seguida, através de uma interface HL7 definida pela instituição, para a interface da Glintt, que neste caso é o Mirth. O Mirth ao receber essa mensagem vai enviá-la

para o *Web Service* implementado e este vai fazer o registo na base de dados e inserir o documento no EResults.

A Figura 9 representa o diagrama de sequência do processo, que vai desde a criação do resultado clínico até à indexação do documento CDA no gestor documental.

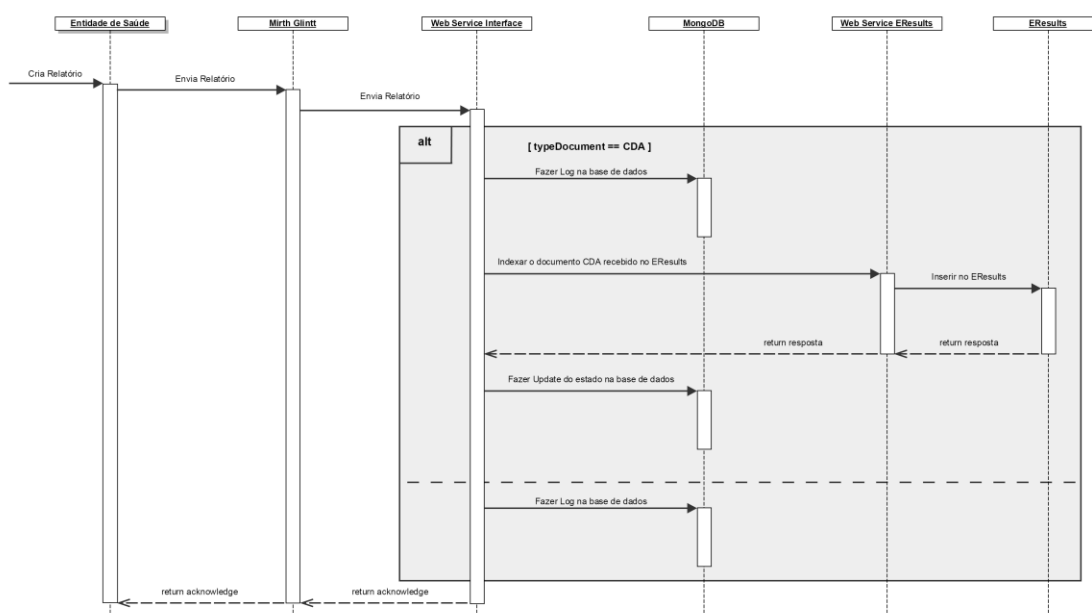


Figura 9 – Diagrama de sequência da inserção de um documento CDA no EResults

A entidade de saúde produz um resultado clínico. Este vai ser enviado através da sua interface HL7 para o Mirth da Glintt que por sua vez é enviado para o *Web Service*. No *Web Service*, ao receber uma nova mensagem, é verificada qual o tipo da mensagem e tratada conforme o seu conteúdo. Neste caso, sendo um documento CDA é feito o registo na base de dados e de seguida é chamado um novo *Web Service* para indexar o documento em que retorna uma resposta se o documento foi indexado com sucesso ou não. Após esta ação, atualiza a base de dados com o estado fornecido na resposta do EResults.

Uma vez que neste momento ainda não é possível estabelecer a ligação com uma instituição de saúde, foi criado no Mirth um novo canal que simula uma entidade exterior de forma a ser possível testar o funcionamento da comunicação entre interfaces HL7.

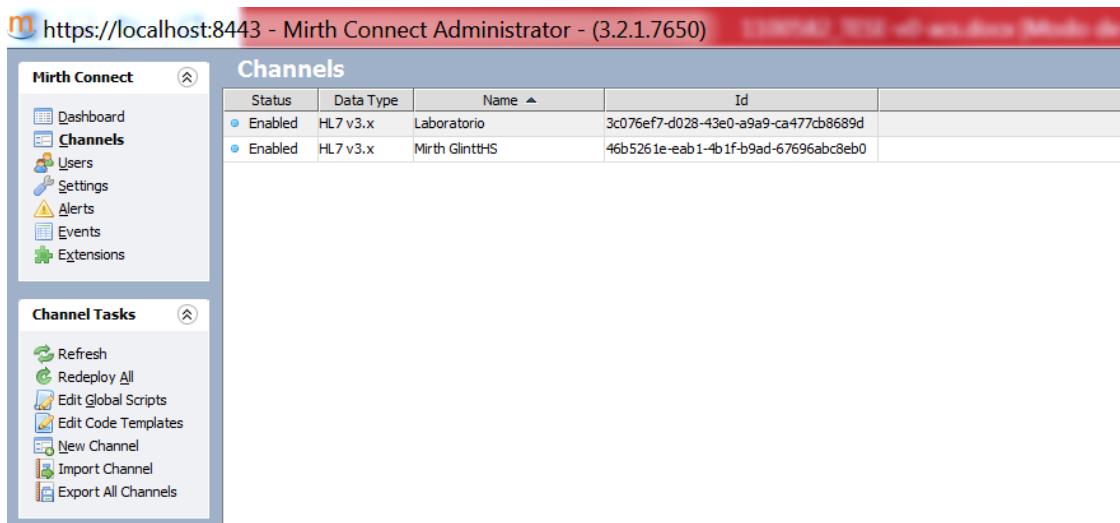


Figura 10 – Canais definidos no Mirth

Como podemos verificar na Figura 10, existem dois canais para efetuar as comunicações entre si, um canal para representar a entidade de saúde (Laboratório) e outro canal para representar o Mirth da Glintt (Mirth GlinttHS).

Após definir os canais para a comunicação foi necessário configurar cada um deles. No Mirth, existe em cada canal uma ligação de entrada e outra de saída. Para o canal do Laboratório o conector de entrada é ler um documento CDA para ser possível simular o relatório produzido, para de seguida ser enviado para o Mirth da Glintt.

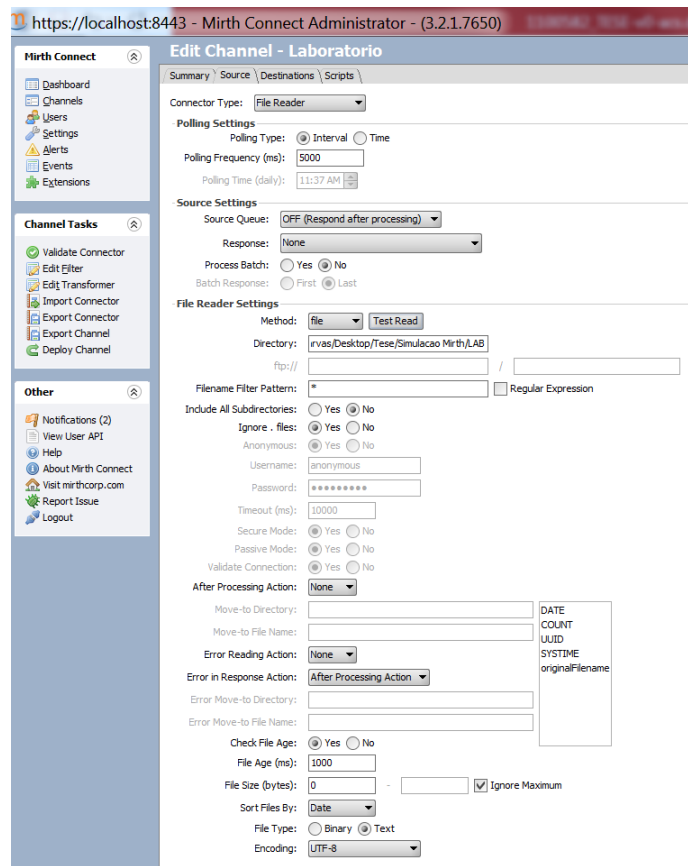


Figura 11 – Configuração do canal da ligação de entrada do Laboratório

Após a definição da ligação de entrada foi necessário configurar a ligação de saída, isto é, para onde é que o canal irá enviar a informação lida anteriormente na ligação de entrada (Figura 11).

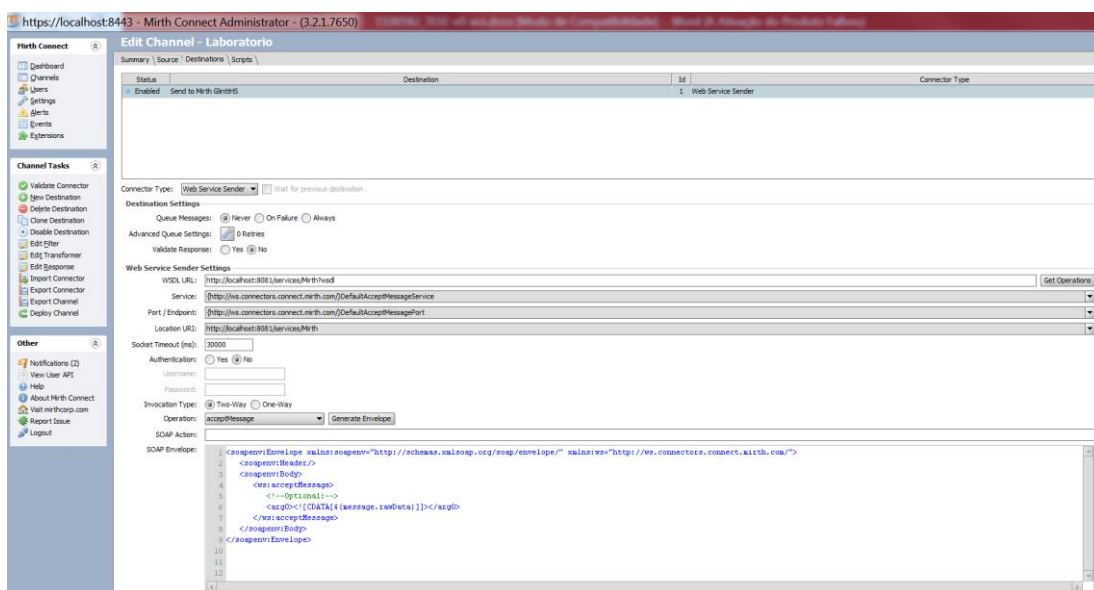


Figura 12 – Configuração do canal da ligação de saída do Laboratório

Podemos verificar que a ligação de saída, ou seja, o destino vai ser o Mirth da Glintt. Para ser possível enviar o conteúdo da mensagem o tipo de conector definido é um *Web Service* de forma a ser possível enviar a informação.

No lado do Mirth da Glintt a ligação de entrada é um *Web Service Listener* como podemos verificar na figura 13, em que este está à escuta de mensagens.

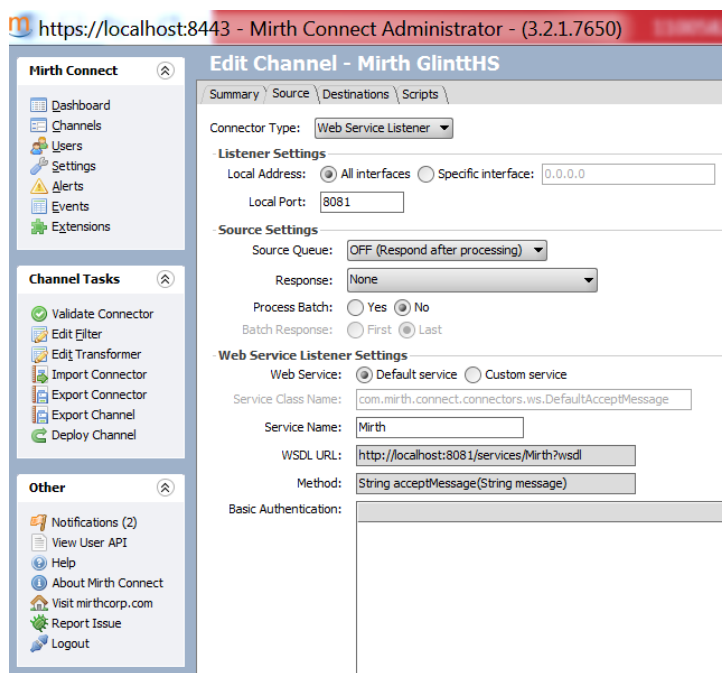


Figura 13 – Configuração do canal da ligação de entrada do Mirth da Glintt

O Web service possui um método “acceptMessage()” que é consumido pelas entidades de saúde, neste caso, pelo canal Laboratório, através do WSDL URL especificado.

Após receber a informação, o novo destino será outro *Web Service*. Este trata de registar a informação na base de dados MongoDB e de indexar o documento no EResults (Figura 14).

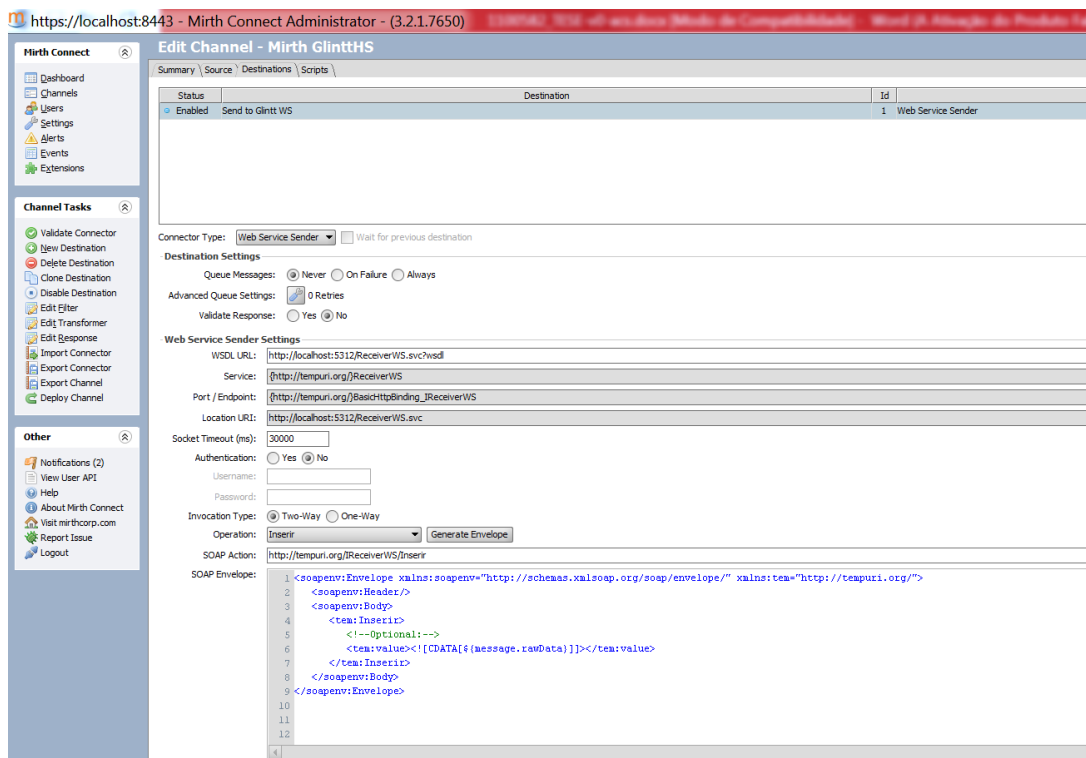


Figura 14 – Configuração do canal da ligação de saída do Mirth da Glintt

Ao receber o documento CDA no *Web Service*, o documento vai ser tratado de forma a ser possível identificar que tipo de documento é que foi recebido: se foi um resultado clínico para inserir no EResults ou uma interrogação para executar sobre o gestor documental.

Resultado Clínico

No caso de ser um resultado clínico, este vai ser convertido para um formato específico definido pela empresa, que não é padrão, para ser indexado no EResults. É chamado um novo *Web Service* com a função de inserir o novo documento CDA recebido no gestor documental.

É apresentado de seguida na Figura 15 um excerto do código que trata de inserir esta informação, quer no EResults, quer na base de dados de forma a efetuar o registo do documento recebido.

```

XDocument novoDoc = GerarNovoXML(doc);

// Criar Doc Info para indexar
DocumentInfo docInfo = new DocumentInfo();
docInfo.IndexingInfo = novoDoc.ToString();

ReferreER2IndexerManagementWS.ER2IndexerManagementSCClient ws = new
ReferreER2IndexerManagementWS.ER2IndexerManagementSCClient();

string CompanyDb =
System.Configuration.ConfigurationManager.AppSettings["CompanyDb"];

string Username =
System.Configuration.ConfigurationManager.AppSettings["Username"];

// Inserir no EResults
try
{
    ws.IndexDocumentV2(CompanyDb, docInfo, Username);
    newMessage.ProcessingState = "RC";
    newMessage.ProcessingDate = DateTime.Now;
    newMessage.ProcessingInfo = "Pendente";
}
catch (Exception e)
{
    string erro = e.ToString();
    newMessage.ProcessingState = "E";
    newMessage.ProcessingDate = DateTime.Now;
    newMessage.ProcessingInfo = "Erro ao processar para o EResults: " + e;
}

// Log no Mongo
var colRegistosCDA = API.API.getCollection("RegistosCDA");
colRegistosCDA.Insert(newMessage);

```

Figura 15 – Excerto de código para inserir informação no EResults e em base de dados

Quando se invoca o *Web Service* para inserir o documento no EResults, o documento permanece numa fila de espera até ser inserido, daí a existirem vários tipos de estados quando o documento é inserido. Estes estados serão explicados na próxima secção 4.2.2.

Interrogação ao EResults

Seguindo as normas do IHE, este disponibiliza padrões para ser possível obter resultados de exames de pacientes através de interrogações num documento XML.

Sendo assim o IHE disponibiliza as transações e a sua ordem sendo estas:

1. Receber um documento com o ID do paciente a obter os resultados (Figura 16)
2. Receber um documento com os IDs dos documentos a obter (Figura 19)

Nas Figuras 16 e 17 é apresentada a estrutura destes tipos de documentos.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
<query:AdhocQueryRequest xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xmlns:query="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:query:3.0" xmlns:rjm="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:rjm:3.0" xmlns:rs="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:rs:3.0" maxResults="10" startIndex="0" xsi:schemaLocation="C:/Users/FilipeCarvas/Desktop/Query/XDS.b/schema/ebRS/query.xsd">
  <query:ResponseOption returnComposedObjects="true" returnType="LeafClass"/>
  <rim:Slot name="$XDSDocumentEntryPatientId">
    <rim:ValueList>
      <rim:Value>12345</rim:Value>
    </rim:ValueList>
  </rim:Slot>
  <rim:Slot name="$XDSDocumentEntryStatus">
    <rim:ValueList>
      <rim:Value>('urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:ResponseStatusType:Approved')</rim:Value>
    </rim:ValueList>
  </rim:Slot>
  <rim:Slot name="$XDSDocumentEntryCreationTimeFrom">
    <rim:ValueList>
      <rim:Value>20150610</rim:Value>
    </rim:ValueList>
  </rim:Slot>
  <rim:Slot name="$XDSDocumentEntryCreationTimeTo">
    <rim:ValueList>
      <rim:Value>20150612</rim:Value>
    </rim:ValueList>
  </rim:Slot>
</query:AdhocQueryRequest>
```

Figura 16 – Exemplo de documento enviado pela entidade de saúde no primeiro passo

Neste tipo de documento é enviado o identificador do paciente assim como um intervalo de datas em que se pretende que a pesquisa seja feita. Como resposta, é gerado um novo documento XML de acordo com as normas do IHE contendo a informação solicitada.

Um exemplo de esta resposta¹ gerada a este tipo de pedido encontra-se na Figura 17.

```
<rim:Classification xmlns:rjm="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:rjm:3.0" objectType="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:ObjectType:RegistryObject:Classification"
nodeRepresentation="" id="urn:uuid:492bc4e-e170-4a60-bed6-b8947e5d56e7" classifiedObject="urn:uuid:08a15a6f-5b4a-42de-8f95-89474f83abdf"
classificationScheme="557afc89dbe84326cc074429">
  <rim:Slot name="title">
    <rim:ValueList>
      <rim:Value>Laboratory report</rim:Value>
    </rim:ValueList>
  </rim:Slot>
</rim:Classification>
<rim:Classification xmlns:rjm="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:rjm:3.0" objectType="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:ObjectType:RegistryObject:Classification"
nodeRepresentation="" id="urn:uuid:51a029ab-3fa5-4a25-9ed1-762cf0e7fca0" classifiedObject="urn:uuid:08a15a6f-5b4a-42de-8f95-89474f83abdf"
classificationScheme="557afc84dbe84326cc074426">
  <rim:Slot name="title">
    <rim:ValueList>
      <rim:Value>Laboratory report</rim:Value>
    </rim:ValueList>
  </rim:Slot>
</rim:Classification>
<rim:Classification xmlns:rjm="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:rjm:3.0" objectType="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:ObjectType:RegistryObject:Classification"
nodeRepresentation="" id="urn:uuid:aacaf0d4-3b0d-4262-b1b5-2c0b72ef1b61" classifiedObject="urn:uuid:08a15a6f-5b4a-42de-8f95-89474f83abdf"
classificationScheme="557afc7edbe84326cc074423">
  <rim:Slot name="title">
    <rim:ValueList>
      <rim:Value>Laboratory report</rim:Value>
    </rim:ValueList>
  </rim:Slot>
</rim:Classification>
</rim:ExtrinsicObject>
<rim:ObjectRef xmlns:rjm="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:rjm:3.0" xmlns:q="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:query:3.0" id="557afc2dbe84326cc07443e"/>
<rim:ObjectRef xmlns:rjm="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:rjm:3.0" xmlns:q="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:query:3.0" id="557afc6dbe84326cc07443b"/>
<rim:ObjectRef xmlns:rjm="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:rjm:3.0" xmlns:q="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:query:3.0" id="557afc6dbe84326cc074438"/>
<rim:ObjectRef xmlns:rjm="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:rjm:3.0" xmlns:q="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:query:3.0" id="557afc89dbe84326cc074435"/>
<rim:ObjectRef xmlns:rjm="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:rjm:3.0" xmlns:q="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:query:3.0" id="557afc9adbe84326cc074432"/>
<rim:ObjectRef xmlns:rjm="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:rjm:3.0" xmlns:q="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:query:3.0" id="557afc9adbe84326cc07442f"/>
<rim:ObjectRef xmlns:rjm="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:rjm:3.0" xmlns:q="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:query:3.0" id="557afc8f9dbe84326cc07442c"/>
<rim:ObjectRef xmlns:rjm="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:rjm:3.0" xmlns:q="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:query:3.0" id="557afc89dbe84326cc074429"/>
<rim:ObjectRef xmlns:rjm="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:rjm:3.0" xmlns:q="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:query:3.0" id="557afc84dbe84326cc074426"/>
<rim:ObjectRef xmlns:rjm="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:rjm:3.0" xmlns:q="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:query:3.0" id="557afc7edbe84326cc074423"/>
</rim:RegistryObjectList>
</query:AdhocQueryResponse>
```

Figura 17 – Resposta gerada referente ao primeiro passo para obter documentos

Neste tipo de resposta são enviados vários objetos com a informação do identificador do documento, uma vez que existem referências para outros objetos que possuem mais

¹ Apenas se apresenta a parte mais importante da resposta gerada uma vez que esta é extensa.

informação adicional no que diz respeito a esse documento, como por exemplo o título do documento.

A Figura 18 traduz o processo de receber uma interrogação para executar sobre o gestor documental, na primeira parte, seguindo a ordem das transações disponibilizadas pelo IHE.

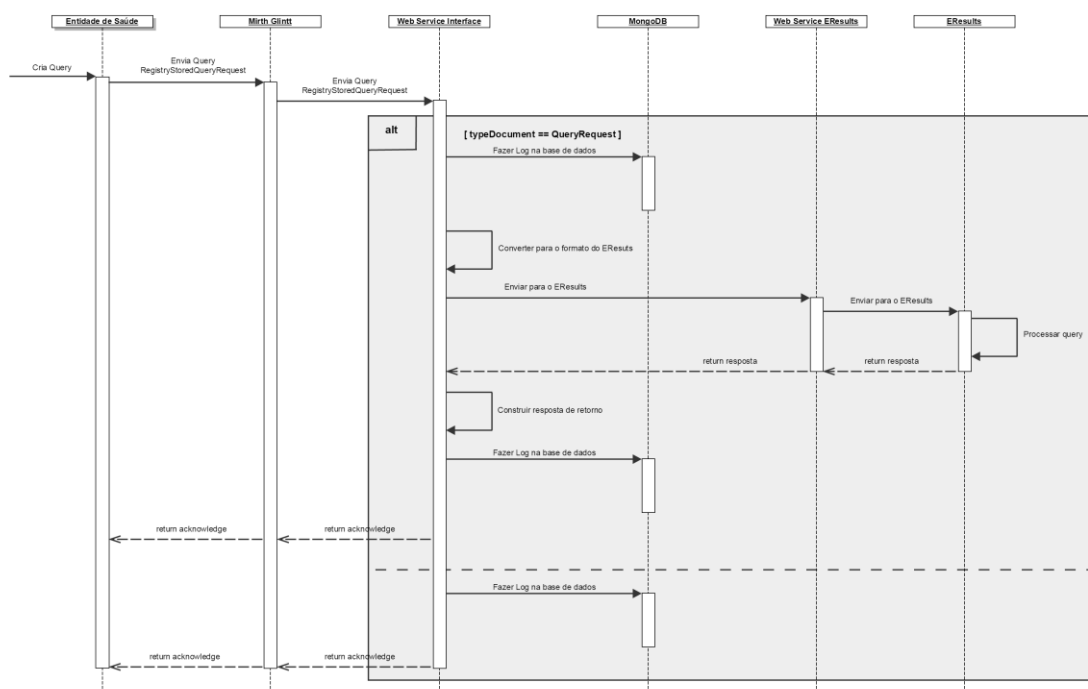


Figura 18 – Diagrama de sequência da primeira parte para obter documentos

Após o primeiro passo ser concluído é recebido um outro documento. Este contém a identificação dos documentos a serem requisitados para a entidade de saúde. A estrutura deste documento é apresentado na Figura 19.

```

<RetrieveDocumentSetRequest xmlns="urn:ihe:iti:xds-b:2007" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:schemaLocation="urn:ihe:iti:xds-b:2007
../schema/IHE/XDS_b_DocumentRepository.xsd">
  <DocumentRequest>
    <RepositoryUniqueId>GlinttRepositoryID</RepositoryUniqueId>
    <DocumentUniqueId>557af38ddbe8442030b5a1c5</DocumentUniqueId>
  </DocumentRequest>
  <DocumentRequest>
    <RepositoryUniqueId>GlinttRepositoryID</RepositoryUniqueId>
    <DocumentUniqueId>557af38ddbe8442030b5a1c9</DocumentUniqueId>
  </DocumentRequest>
</RetrieveDocumentSetRequest>

```

Figura 19 – Exemplo de documento enviada pela entidade de saúde no segundo passo

Como podemos verificar na figura apresentada, neste documento são especificados os documentos que se pretende que sejam enviados para a instituição de saúde.

Como resposta a este documento é gerado o documento apresentado na Figura 20.

```

▼<RetrieveDocumentSetResponse xmlns:rs="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:rs:3.0" xmlns:rsm="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:rsm:3.0"
xmlns:query="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:query:3.0" xmlns:lcm="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:xsd:lcm:3.0" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xmlns="urn:iti:ids-b:2007" xsi:schemaLocation="C:/Users/FilipeCarvas/Desktop/Query/XDS.b/schema/IHE/XDS.b/DocumentRepository.xsd">
<rs:RegistryResponse status="urn:oasis:names:tc:ebxml-regrep:ResponseStatusType:Success"/>
▼<DocumentResponse>
<RepositoryUniqueId>G1inttRepositoryID</RepositoryUniqueId>
<DocumentUniqueId>557af38ddb8442030b5a1c5</DocumentUniqueId>
<mimeType>text/xml</mimeType>
▼<Document>
PD94bWgdmVyc2lvbj0iNS4wIiB1bWVZG1uZz0idXRmLTgiPz48Q2xpbm1jYXxlb2N1bWVudCB4c2k6c2NoZWlhtG9jYXRpb249IktM6L1VzZXJzL0ZpbG1wZUNhcnZhcj9Eb3dubG9hZHMvWfFNEX3BhcmFFdmFsaWRh
</Document>
</DocumentResponse>
▼<DocumentResponse>
<RepositoryUniqueId>G1inttRepositoryID</RepositoryUniqueId>
<DocumentUniqueId>557af38ddb8442030b5a1c5</DocumentUniqueId>
<mimeType>text/xml</mimeType>
▼<Document>
PD94bWgdmVyc2lvbj0iNS4wIiB1bWVZG1uZz0idXRmLTgiPz48Q2xpbm1jYXxlb2N1bWVudCB4c2k6c2NoZWlhtG9jYXRpb249IktM6L1VzZXJzL0ZpbG1wZUNhcnZhcj9Eb3dubG9hZHMvWfFNEX3BhcmFFdmFsaWRh
</Document>
</DocumentResponse>
</RetrieveDocumentSetResponse>

```

Figura 20 – Resposta gerada referente ao último passo para obter documentos

Nesta resposta são enviados os documentos solicitados pela instituição de saúde, sendo codificados numa *string* de base 64 bits, como especifica a norma.

Na Figura 21 é apresentado o diagrama de sequência para obter os documentos CDA após o primeiro passo estar concluído.

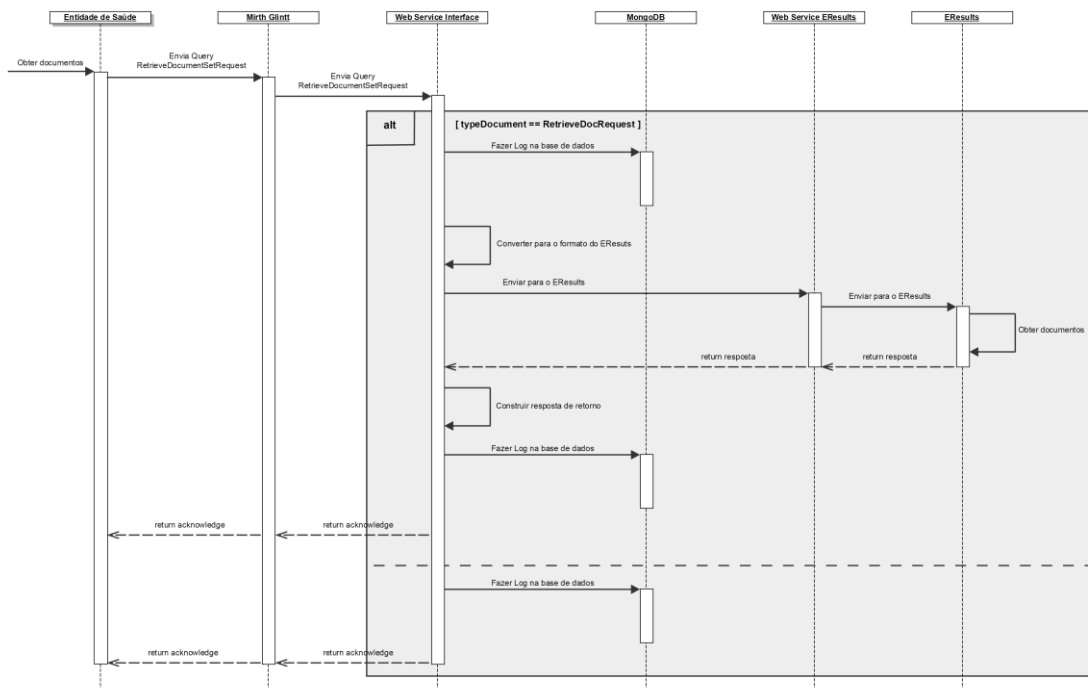


Figura 21 – Diagrama de sequência da segunda parte para obter documentos

4.2.2 Sítio web de Monitorização

De forma a ser possível ter um certo controlo sobre o que se está a passar na inserção dos documentos e para verificar o estado da base de dados foi desenvolvido um sítio web em .NET

utilizando o padrão MVC. Trata-se portanto de uma aplicação que permitirá monitorizar a interface. A Figura 22 apresenta a página principal do sítio web.

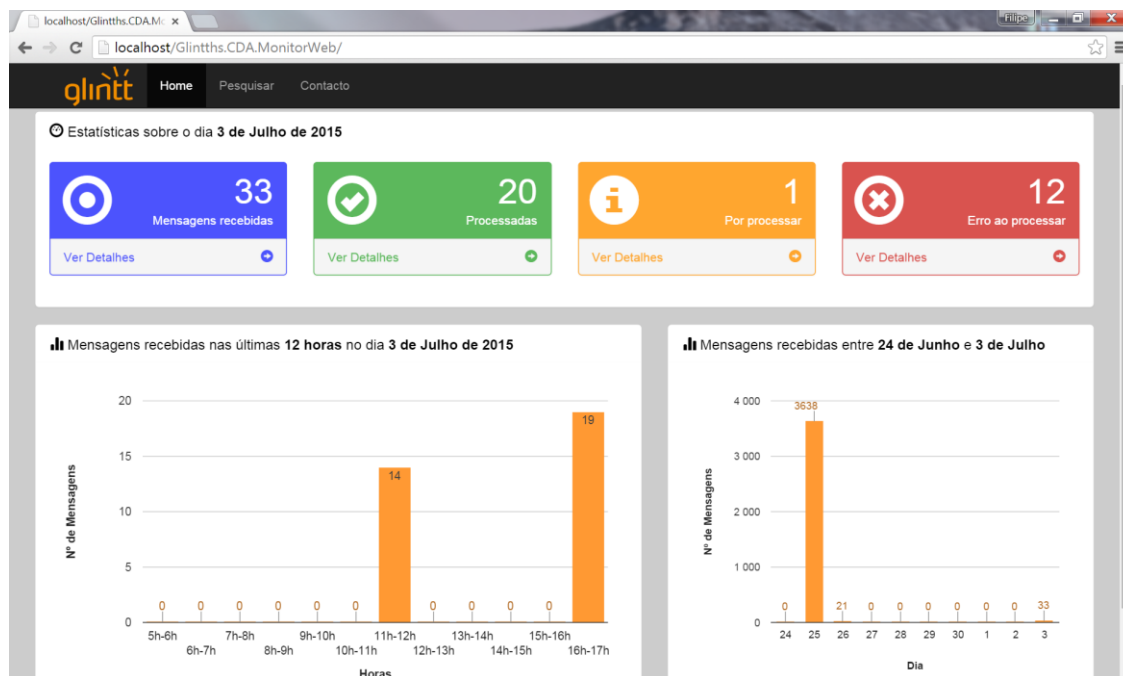


Figura 22 – Ecrã principal do sítio web de monitorização

Como se pode verificar pela figura, nesta página existem vários tipos de estatísticas: mensagens recebidas; mensagens processadas; mensagens por processar; e mensagens em que ocorreu erro ao processar.

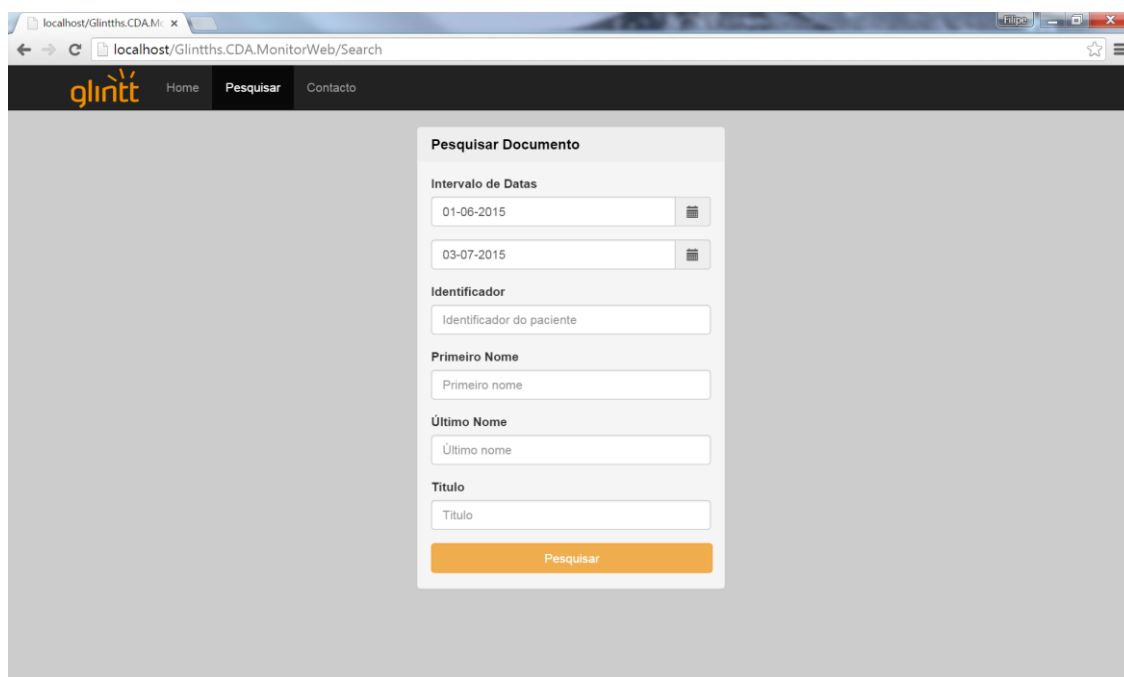
No primeiro painel é possível verificar quantas mensagens foram recebidas no próprio dia e se estas foram processadas ou não. Ao processar os documentos para o gestor documental existem três tipos de estados:

- **Processado (P)** – Mensagens recebidas e processadas para o EResults.
- **Recebida (RC)** – Mensagens recebidas mas que ainda não foram processadas para o EResults. Estas mensagens encontram-se numa fila de espera para serem processadas.
- **Erro (E)** – Mensagens recebidas mas em que ocorreu um erro ao tentar a sua inserção no EResults.

No painel do canto inferior esquerdo temos um gráfico que mostra quantas mensagens foram recebidas nas últimas doze horas sobre o próprio dia.

Por fim, no último painel do canto inferior direito temos um gráfico em que mostra quantas mensagens foram recebidas nos últimos dez dias. O número de dias é configurável num ficheiro XML.

Se pretendermos pesquisar um documento iremos ser redirecionados para a página apresentada na Figura 23.



The image shows a web browser window displaying the search interface for Glinth. The browser's address bar shows the URL 'localhost/Glinth.CDA.MonitorWeb/Search'. The page has a dark header with the Glinth logo and navigation links for 'Home', 'Pesquisar', and 'Contacto'. The main content area features a search form titled 'Pesquisar Documento'. The form includes the following fields:

- Intervalo de Datas:** Two date range input fields. The first contains '01-06-2015' and the second contains '03-07-2015'. Each field has a calendar icon to its right.
- Identificador:** A text input field with the placeholder text 'Identificador do paciente'.
- Primeiro Nome:** A text input field with the placeholder text 'Primeiro nome'.
- Último Nome:** A text input field with the placeholder text 'Último nome'.
- Título:** A text input field with the placeholder text 'Título'.

At the bottom of the form is an orange button labeled 'Pesquisar'.

Figura 23 – Interface para pesquisar um documento

Para pesquisar um documento estão à disposição vários campos sendo estes também configuráveis através de um ficheiro XML (Figura 24). É possível acrescentar novos campos de pesquisa ou remover campos existentes utilizando o ficheiro XML.

```

<Layout>
  <Campos>
    <Campo>
      <Label>Intervalo de Datas</Label>
      <TextBox id="DatePickerBeginID" class="form-control" name="DatePickerBeginID" type="DatePicker" placeholder="Data de início" required="required" icon="glyphicon glyphicon-calendar glyphicon-nonescaped"/>
      <TextBox id="DatePickerEndID" class="form-control" name="DatePickerEndID" type="DatePicker" placeholder="Data de fim" required="required" icon="glyphicon glyphicon-calendar glyphicon-nonescaped"/>
    </Campo>
    <Campo>
      <Label>Identificador</Label>
      <TextBox type="text" id="PatientID" name="PatientID" class="form-control" placeholder="Identificador do paciente" query="MessageTextObject.ClinicalDocument.recordTarget.patientRole.id.@extension"/>
    </Campo>
    <Campo>
      <Label>Primeiro Nome</Label>
      <TextBox type="text" id="FirstName" name="FirstName" class="form-control" placeholder="Primeiro nome" query="SearchableFirstName"/>
    </Campo>
    <Campo>
      <Label>Último Nome</Label>
      <TextBox type="text" id="LastName" name="LastName" class="form-control" placeholder="Último nome" query="SearchableLastName"/>
    </Campo>
    <Campo>
      <Label>Titulo</Label>
      <TextBox type="text" id="Titulo" name="Titulo" class="form-control" placeholder="Titulo" query="MessageTextObject.ClinicalDocument.title"/>
    </Campo>
    <Campo>
      <Button id="btPesquisar" type="submit" class="btn btn-warning" style=" width:220px;">Pesquisar</Button>
    </Campo>
  </Campos>
  <Tabela>
    <Coluna>
      <Nome path="ClinicalDocument.title">Titulo Documento</Nome>
    </Coluna>
  </Tabela>
  <Chart>
    <MaxDays value="10"/>
  </Chart>
</Layout>

```

Figura 24 – Layout de ficheiro XML para acrescentar novos campos à pesquisa

Após efetuar a pesquisa, são apresentados os resultados como mostrado na Figura 25.

The screenshot shows a web browser window with the URL `localhost/Glinthts.CDA.MonitorWeb/Search/GetRecordsByDate`. The page title is "Resultados da pesquisa". On the left, there are search filters for "Intervalo de Datas" (01-06-2015 to 03-07-2015), "Identificador" (Identificador do paciente), "Primeiro Nome" (Primeiro nome), "Último Nome" (Último nome), and "Titulo" (Titulo). A "Pesquisar" button is at the bottom of the filters. The main content area displays a table of search results with columns: ID, Nome, Data Recebida, Titulo Documento, Estado, and Detalhes. The table contains 10 rows of data. At the bottom, it shows "Registro 1 a 10 em 4104468 registros" and "Página 1 de 410447" with a "Próxima" button.

ID	Nome	Data Recebida	Titulo Documento	Estado	Detalhes
999	Filipe Carvas	03-07-2015 16:02:27	Laboratory report	RC	Visualizar documento CDA
1000	Francisco Salgado	03-07-2015 16:02:26	Laboratory report	E	Visualizar documento CDA
5596a402dbe8432c1c307868	-	03-07-2015 16:02:26	-	P	Visualizar Query
999	Filipe Carvas	03-07-2015 16:02:21	Laboratory report	E	Visualizar documento CDA
1000	Francisco Salgado	03-07-2015 16:02:21	Laboratory report	E	Visualizar documento CDA
5596a3fddb8432c1c307865	-	03-07-2015 16:02:21	-	P	Visualizar Query
999	Filipe Carvas	03-07-2015 16:02:16	Laboratory report	E	Visualizar documento CDA
1000	Francisco Salgado	03-07-2015 16:02:16	Laboratory report	E	Visualizar documento CDA
5596a3f8dbe8432c1c307862	-	03-07-2015 16:02:16	-	P	Visualizar Query
999	Filipe Carvas	03-07-2015 16:02:11	Laboratory report	E	Visualizar documento CDA

Figura 25 – Resultados da pesquisa efetuada

Os resultados são disponibilizados no formato de uma tabela em que nos “Detalhes” é possível ver o documento CDA (Figura 26), ou a interrogação, que foi recebido(a).

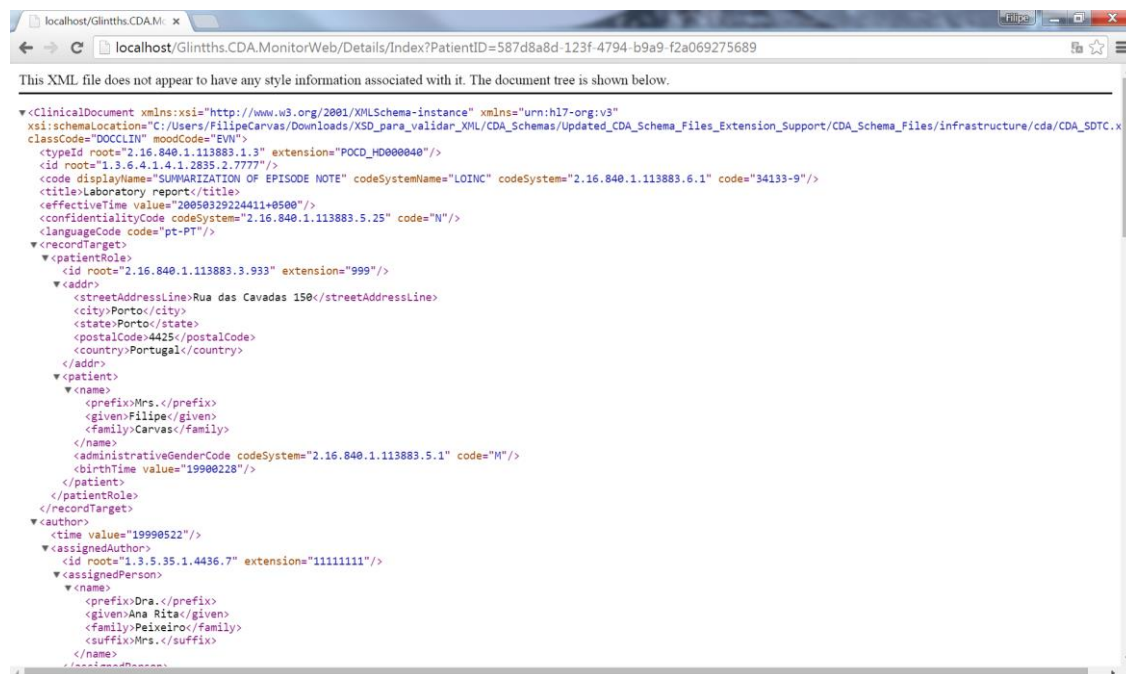


Figura 26 – Documento CDA recebido

5 Testes

Neste capítulo serão apresentados os testes de desempenho realizados à solução implementada. Foram realizados também testes unitários e de sistema mas apenas são apresentados os testes de desempenho uma vez que são centrais ao projecto e foram determinantes para a aceitação do sistema pela empresa.

De forma a validar a comunicação entre entidades era essencial testar em cenários semelhantes àqueles em que estas vão ser submetidas em contexto real. Por isso foi criado um canal adicional no Mirth para ser possível verificar se o envio e a receção de documentos com a entidade externa era efetuada com sucesso.

Foram realizados testes às funcionalidades principais desenvolvidas durante a dissertação, sendo elas, a receção e o envio de documentos CDA e execução das interrogações recebidas pela entidade de saúde.

5.1 Testes à Interface EResults

Para ser possível efetuar testes de desempenho sobre a interface para o EResults foram definidos os seguintes testes:

- Pesquisar um paciente pelo seu ID (Teste 1)
- Pesquisar um paciente pelo seu primeiro nome (Teste 2)
- Pesquisar um paciente pelo seu último nome (Teste 3)
- Pesquisar um paciente pelo seu primeiro e último nome (Teste 4)
- Pesquisar um paciente que não exista (Teste 5)
- Inserir documento CDA na base de dados (Teste 6)
- Enviar documento CDA para a instituição de saúde

Para o último teste “Enviar documento CDA para a instituição de saúde” este foi dividido em duas partes, uma vez que a norma especifica que a obtenção dos documento deve ser feita em duas partes. Sendo assim, este tipo de teste foi dividido da seguinte forma:

- Obter documentos existentes do paciente (Teste 7)
- Enviar documentos (Teste 8)

Os testes definidos acima foram realizados sobre uma base de dados com cinco milhões de registos. Os testes foram executados sobre uma máquina tendo as seguintes especificações:

- **Sistema Operativo:** *Windows 7 64 bits*
- **Processador:** *Intel Core i7 @ 2.2 GHz*
- **Memória Ram:** 16GB
- **Disco Rígido:** 512GB SSD

Na tabela 6 são apresentados os testes que dizem respeito ao desempenho sobre a Base de dados MongoDB, em milissegundos. Mais uma vez, o valor mais alto e o mais baixo foram eliminados partindo do princípio que estes ocorreram em circunstâncias anormais.

Tabela 6 – Testes de desempenho final em MongoDB

	Teste 1	Teste 2	Teste 3	Teste 4	Teste 5	Teste 6	Teste 7	Teste 8
Repetição 1	15	33	30	34	0	81	276	11
Repetição 2	31	27	35	26	0	82	307	15
Repetição 3	47	48	36	28	0	81	324	7
Repetição 4	23	33	29	35	0	82	300	6
Repetição 5	31	33	33	48	0	104	282	8
Repetição 6	34	32	47	38	0	80	325	6
Repetição 7	46	28	22	28	0	73	267	6
Média	33	31,8	32,6	32,6	0	81,2	297,8	7,6

Na figura 27, temos o gráfico que traduz os resultados finais do MongoDB em termos de desempenho nos testes definidos.

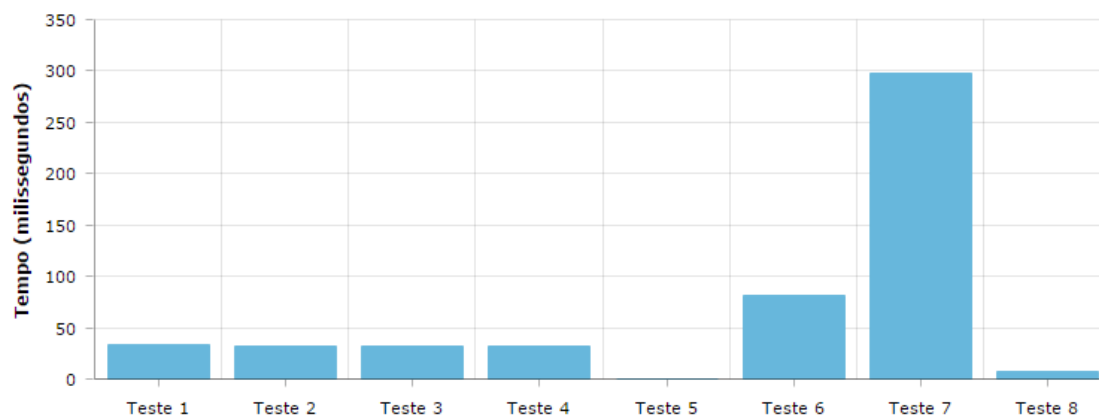


Figura 27 – Resultados finais

5.2 Testes ao Sítio web de Monitorização

Em relação ao sítio web de monitorização foram realizados também testes de desempenho nomeadamente à página principal (Figura 22). Por isso foram estabelecidos os seguintes testes:

- Carregar número de mensagens processadas (Teste 9)
- Carregar número de mensagens pendentes (Teste 10)
- Carregar número de mensagens que ocorreram erro (Teste 11)
- Carregar gráfico com estatísticas sobre o número de mensagens recebidas nas últimas doze horas (Teste 12)
- Carregar gráfico com estatísticas sobre o número de mensagens recebidas nos últimos dias (Teste 13)

Na tabela 5 são apresentados os resultados obtidos dos testes acima apresentados, em milissegundos. Tal como os resultados anteriores, o valor mais alto e o mais baixo foram eliminados partindo do princípio que estes ocorreram em circunstâncias anormais.

Tabela 7 – Testes de desempenho no sítio web

	Teste 9	Teste 10	Teste 11	Teste 12	Teste 13
Repetição 1	376	824	97	1399	1382
Repetição 2	148	822	103	1372	1381
Repetição 3	165	799	118	1390	1431
Repetição 4	159	816	105	1456	1371
Repetição 5	166	835	103	1523	1410
Repetição 6	160	827	112	1445	1344
Repetição 7	123	830	129	1438	1283
Média	159,6	823,8	108,2	1425,6	1377,6

5.3 Conclusão dos testes

Neste capítulo foram apresentados e descritos os vários testes realizados, assim como o tempo de execução das principais funcionalidades, de modo a fazer uma avaliação do seu desempenho global.

A interface implementada para o gestor documental é dotada da capacidade para enviar e receber documentos CDA sem dificuldades, tarefa essa que é determinante para o correto funcionamento em contexto real e para o cumprimento dos objetivos propostos. No que diz

respeito ao desempenho, os resultados apresentados são positivos como foi possível verificar nos testes realizados, nomeadamente pela rapidez no processamento dos dados.

Em relação ao processamento dos dados para o sítio web foi possível comprovar que existe um tempo de execução satisfatório, o que era esperado para estas funcionalidades.

Por fim, perante os resultados dos testes apresentados, pode-se constatar que a interface implementada se afigura robusta, funcional, com elevado desempenho e que responde aos requisitos idealizados inicialmente.

6 Conclusões

Neste último capítulo são apresentadas as conclusões obtidas após a realização deste projeto. É feito um resumo do relatório para recapitular os aspetos mais importantes dos capítulos anteriores e apresentados os objetivos alcançados. A parte final do capítulo contemplará uma reflexão acerca das limitações do projeto e possíveis trabalhos futuros.

6.1 Resumo do relatório

No presente documento começou-se por fazer uma apresentação do projeto, focando os objetivos principais, a organização onde ocorreu o seu desenvolvimento e os seus contributos.

Foi feita uma contextualização relativamente aos conceitos principais do projeto e foram apresentadas as tecnologias utilizadas.

Foi também apresentado um trabalho relacionado e a análise de soluções.

De seguida, procedeu-se à análise do projeto, descrevendo os requisitos funcionais e não funcionais para o desenvolvimento.

Após a fase da análise, foi apresentada a arquitetura do projeto, efetuada a descrição de toda a implementação assim como os testes realizados.

6.2 Objetivos Realizados

Em suma, pode-se afirmar que todos os objetivos definidos para este projeto foram cumpridos. Na tabela 8 descrevem-se os objetivos atingidos.

Tabela 8 - Apresentação do grau de cumprimento dos objetivos iniciais do projeto

Objetivo inicial	Grau de cumprimento (%)
Estudo e escolha dos protocolos e tecnologias para a interface	100
Definição da arquitetura do módulo integrador	100
Dotar o EResults de uma ferramenta capaz de armazenar resultados clínicos e executar interrogações sobre os documentos armazenados	100
Implementação do integrador	100
Implementação do sítio web de monitorização	100

Tal como havia sido definido à partida, foi concretizado um estudo do mercado efetivo, com a apresentação de um conjunto de alternativas viáveis, quer para a comunicação entre interfaces de entidades de saúde, quer para o armazenamento dos dados. Foi também bem-sucedida a análise comparativa entre essas alternativas, recorrendo a testes de desempenho, o que permitiu selecionar as melhores alternativas com uma base de sustentação bastante sólida e alargada.

Apesar de ainda existir uma margem para futuras melhorias e/ou possíveis expansões de interfaces, as soluções foram concluídas com sucesso no período disponível para a realização do projeto.

6.3 Limitações e trabalho futuro

A arquitetura do gestor documental encontra-se estruturada de forma a que se podem integrar novas funcionalidades de forma continuada. Neste momento só está disponível a partilha de documentos, mas o IHE tem um grande número de interfaces, por isso o trabalho futuro passaria por incluir a integração de novas interfaces.

Considerando que, o sítio web está dependente da interface implementada, com a adição de novas funcionalidades à mesma, esta área também poderá sofrer alterações.

O gestor documental encontra-se implementado sobre uma base de dados relacional. Após a implementação deste protótipo para uma nova interface, os testes efetuados para este problema encontrado comprovaram que a utilização de uma base de dados orientada a documentos, neste caso o MongoDB, apresenta um desempenho bastante bom, daí num

futuro próximo ser possível um caso de estudo sobre a migração da base de dados relacional do EResults para o MongoDB.

7 Referências

- [ARSLVT, 2009] Administração Regional de Saúde de Lisboa e Vale do Tejo, Nos 30 anos do SNS. Governação dos Hospitais, p. 10, 2009
- [Benson, 2012] Benson T. Principles of Health Interoperability HL7 and SNOMED Springer, p. 101, 2012
- [CEMI, 2014] Camara dos Especialistas em Medicina Integrativa, <http://cemi.com.pt/2014/11/23/conceito-de-saude-segundo-oms-who/> [Último acesso: Julho 2015]
- [Couchbase, 2015] Couchbase, <http://www.couchbase.com/nosql-resources/what-is-no-sql> [Último acesso: Junho 2015]
- [Corepoint, 2013a] Corepoint Health. The HL7 Evolution. Comparing HL7 Version 2 to Version 3, Including a History of Version 2, p. 8, 2013
- [Corepoint, 2013b] Corepoint Health. The HL7 Evolution. Comparing HL7 Version 2 to Version 3, Including a History of Version 2, p. 9, 2013
- [Diomon and Grigorchuk, 2013] Diomon A. and Grigorchuk K. Benchmarking Couchbase Server for Interactive Applications Altoros Systems, p. 4, 2013
- [DGS, 2011] Direção-Geral da Saúde, <http://www.dgs.pt/pagina.aspx?screenwidth=1600&mlkid=d4upjqjeqaxrtt45w45r4w45&cn=55065716AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA> [Último acesso: Junho 2015]
- [He and Xiao, 2013] He J., Xiao L., Based on the Complete CDA Standard Clinical Document. Editor Research and Development, p. 2, 2013
- [HL7Connect, 2000] HL7Connect, <http://www.hl7connect.com/products/index.php> [Último acesso: Junho 2015]
- [Iguana, 2015] Interfaceware, Iguana – HL7 Integration Engine <http://www.interfaceware.com/iguana.html> [Último acesso: Junho 2015]
- [IHE, 2014] Integrating the Healthcare Enterprise IHE IT Infrastructure (ITI) Technical Framework, Volume 1 – Integrating Profiles, p. 11, 2014
- [Kabachinski, 2006] Kabachinski J., What is Health Level 7?. Biomedical Instrumentation & Technology: Vol. 40, No. 5, p. 375

- [Liang et al., 2012] Liang Z., Bodorik P., Shepherd M., Storage Model for CDA Documents. p. 2, Canada, 2012
- [Liu and Wang, 2010] Liu Y., Wang J. PACS and Digital Medicine. Essential Principles and Modern Practice. CRC Press, p. 130, 2010
- [Mirth, 1993] Mirth Connect,
<https://www.mirth.com/Products-and-Services/Mirth-Connect>
 [Último acesso: Junho 2015]
- [PCOMS, 1948] Preâmbulo da Constituição da Organização Mundial de Saúde, adotada na International Health Conference, Nova Iorque; assinada a 22 de julho de 1946 pelos representantes de 61 Estados e com entrada em vigor em 7 de abril de 1948: "Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity." p. 139
- [Practise Fusion, 2014] Practise Fusion Blog,
<http://www.practicefusion.com/blog/mapping-building-clinical-documents-according-c-cda-standard-ehr-certification-meaningful-use/>
 [Último acesso: Junho 2015]
- [Quinn, 2009] Quinn J., HL7: Version 2 Standard. Slide 3, 2009
- [Renly et al., 2008] Renly S, Knoop S., Ram R., "Show me your CDA": Public Health Laboratory Reports. USA, 2008
- [Scalli, 2008] Scalli D., Análise do padrão HL7 para sistemas de informação hospitalares. São Paulo, p. 15, 2008
- [Trotter and Uhlman, 2011] Trotter F., Uhlman D. Meaningful Use and Beyond. A guide for IT staff in Health care. O'Reilly Media, p. 173, 2011
- [WHO, 2001] Strengthening mental health promotion. Geneva, World Health Organization, 2001 (Fact sheet No. 220). p.1. "a state of well-being in which the individual realizes his or her own abilities, can cope with the normal stresses of life, can work productively and fruitfully, and is able to make a contribution to his or her community" Cf. GREEN PAPER, UE, 2005, p. 4.