

**Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto**

**Aquisição Automática de Dados em  
Unidades de Cuidados Intensivos**

**Mário Telmo Cabral Fonseca**

*Licenciado em Ciência dos Computadores*

Dissertação de Mestrado

Porto  
Dezembro de 2006



Aquisição Automática de Dados em Unidades de Cuidados Intensivos  
Dissertação de Mestrado de  
Mário Telmo Cabral Fonseca

Realizada sob a orientação da Professora Doutora  
*Maria Cristina Ribeiro*  
Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores  
Secção de Informática  
Professor Auxiliar  
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

e

Co-orientação da Doutora  
*Maria Cristina Granja*  
Serviço de Cuidados Intensivos Médicos  
Directora de Serviço  
Hospital Pedro Hispano - Matosinhos



À Marta e ao Vicente...



# Agradecimentos

Ao Professor Doutor Eugénio da Costa Oliveira, Director do Mestrado de Engenharia informática, pela criação das condições favoráveis à realização do mesmo. Na sua pessoa quero agradecer a todos os Professores do Mestrado os ensinamentos recebidos.

À Professora Doutora Cristina Ribeiro pela supervisão e orientação. A sua disponibilidade, interesse e ideias foram uma mais valia no desenrolar deste trabalho.

À Doutora Cristina Granja, pela paciência, ideias, amizade e críticas. Foi vital ter como directora da unidade, uma pessoa motivadora da restante equipa que soube desbloquear situações, sejam elas políticas ou organizacionais, nas alturas importantes do projecto.

Ao Professor Doutor Altamiro da Costa Pereira pelas ideias e pela disponibilização dos meios e recursos necessários para a realização desta dissertação.

Ao Eng. Luís Castela que, em representação da PHILIPS<sup>®</sup>, disponibilizou o hardware e conhecimentos técnicos necessário para a execução deste projecto.

Ao Serviço de Cuidados Intensivos Médicos do Hospital Pedro Hispano e a todos os seus elementos pela participação activa, conhecimentos médicos e ajuda.

Ao Serviço de Bioestatística e Informática Médica e aos seus elementos pela compreensão demonstrada. Ao Dr. Pedro Costa e ao Dr. Ernesto Palhares, pelas ideias, discussões e ajuda técnica.

Aos meus pais, pelo incentivo e apoio monetário.

À Marta e ao Vicente, pelo incentivo e motivação, pela paciência, pelo amor e carinho...

A todos vocês, o meu Obrigado...



# Resumo

As Tecnologias de Informação são um apoio de grande valor na área da saúde e a sua implementação e utilização facilitam a vida aos utentes, às pessoas que dão suporte aos profissionais de saúde e finalmente aos próprios profissionais de saúde. Actualmente existem no mercado ferramentas de apoio à saúde que bem utilizadas podem oferecer uma melhoria qualitativa de resultados permitindo que o utente seja atendido de uma forma mais rápida e eficaz.

As Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) são serviços hospitalares nos quais a informatização é uma mais valia para os diversos intervenientes. O bom funcionamento de uma UCI implica uma boa coordenação e interligação entre os médicos, enfermeiros e a tecnologia que gera grandes volumes de dados. Estes devem ser devidamente transformados em informação útil para que os profissionais possam usá-la nas suas avaliações e acções. É fundamental que exista uma forma de os recolher, validar e integrar nas aplicações.

Muitos projectos têm sido desenvolvidos para integrar dados na área da saúde e existem normas que podem ajudar a organizar esta informação. Os benefícios na sua utilização evidenciam-se pela informatização eficiente da informação, pela diminuição do volume de dados armazenados, pela facilidade de comunicação de dados entre os sistemas informáticos e pela facilidade de pesquisa de dados. A norma Health Level Seven (HL7) é a que maior evolução tem registado e mais utilização tem tido.

O objectivo do trabalho que serviu de base a esta dissertação é a aquisição automática de dados em UCI's e a sua integração em Sistemas de Informação com base na norma HL7. Pretende-se provar que a tecnologia de aquisição e tratamento automático de dados pode ser introduzida com sucesso numa unidade de cuidados intensivos e corresponder a uma melhoria dos cuidados prestados. Para esse efeito foi desenvolvido um protótipo para aquisição e integração de sinais vitais oferecendo aos profissionais de saúde um modo simples e eficaz de aceder a dados.

Os dados obtidos por aquisição automática foram trabalhados numa base de dados relacional e disponibilizados numa interface apropriada. Os dados de base foram também armazenados num formato aberto com recurso à norma HL7 versão 3 de forma a poderem ser preservados a longo prazo e usados em aplicações futuras.

De uma forma geral, a adesão por parte dos profissionais que interagiram com o sistema foi grande. O uso do sistema de aquisição automática libertou-os para tarefas mais próximas do doente e garantiu uma maior fiabilidade nos dados.

# Abstract

Information technologies (IT) are of great value to the health system. The implementation and use of IT helps makes life easier for the patients, the staff that supports health professional and the health professionals themselves. Currently, in the health market, we can find tools, that can help improve health care quality allowing the patients to have faster and more effective results.

Intensive Care Units (ICU) are hospital departments in which computers can bring service improvement. To function efficiently, these departments require good coordination and interconnection between the staff and the technology. The data generated by the electronic equipment must be correctly transformed in to useful information so that the professionals can use it in their evaluations and actions. The existence of a way to collect, validate and integrate this information into Electronic Patient Records(EPR) is fundamental.

Many projects have been developed to integrate health data and standards can be valuable for this purpose. Using standards helps to organize information and produces benefits such as efficient computerization, reduced volume stored for the data, better EPR communication and simplify data search. The Health Level Seven (HL7) is the most developed and used standard.

The goal of the work this dissertation is based on the automatic data acquisition in intensive care units and its integration into EPR with HL7 protocol. The intention is to prove that the technology for acquisition and automatic data treatment can be successfully introduced in a intensive care unit and give rise to an improvement in the quality of health care. For this effect a prototype for acquisition and integration of vital signals has been developed offering the health professionals a simple and efficient way to access the data.

The data acquired had been introduced into a relational database and visualized with an appropriate interface. The data has also been stored in HL7 version 3 format to be

preserved in the long term and used in future applications.

Generically , the adhesion of professionals who have interacted with the system has been good. The automatic acquisition system has made them more available to their patients and guarantees a better of the data.

# Conteúdo

<b>Agradecimentos</b>	<b>vii</b>
<b>Resumo</b>	<b>ix</b>
<b>Abstract</b>	<b>xi</b>
<b>Acrónimos</b>	<b>xxiii</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Objectivos do Trabalho . . . . .	2
1.2 Instituições Envolvidas . . . . .	3
1.3 Organização da Dissertação . . . . .	4
<b>2 Sistemas de Informação</b>	<b>7</b>
2.1 Sistemas de Informação Hospitalar . . . . .	8
2.2 Normas . . . . .	10
2.2.1 Instituições de normalização . . . . .	11
2.3 Unidades de Cuidados Intensivos . . . . .	14
2.4 Registos Clínicos Electrónicos em UCIs . . . . .	15
2.4.1 Intensive.Care . . . . .	16
2.4.2 Emergency.Room . . . . .	18
2.5 Monitores de aquisição de dados . . . . .	19
<b>3 Health Level Seven - HL7</b>	<b>21</b>
3.1 Apresentação . . . . .	22

3.2	Características . . . . .	23
3.3	Versões . . . . .	24
3.4	Health Level 7 - Versão 2.x . . . . .	25
3.4.1	Regras . . . . .	25
3.4.2	Constituição da Mensagem . . . . .	28
3.4.3	Tipos de Mensagens . . . . .	33
3.4.4	Tipos de Segmentos . . . . .	39
3.5	Health Level 7 - Versão 3 . . . . .	41
3.5.1	Mensagens . . . . .	42
3.5.2	Reference Information Model . . . . .	43
3.5.3	Modelos de Representação de D-MIMs, R-MIMs e HMDs . . . . .	45
3.5.4	Clinical Document Architecture . . . . .	49
3.5.5	Construção de novos modelos . . . . .	52
3.6	Health Level 7 - Central PHILIPS . . . . .	56
3.6.1	Operações do PDI . . . . .	56
3.6.2	Alterações à norma HL7 . . . . .	57
3.6.3	Interface de Mensagens não solicitadas (UMI) . . . . .	59
3.7	HL7 versão 2.x vs HL7 versão 3 . . . . .	60
<b>4</b>	<b>Arquitectura do Sistema</b>	<b>63</b>
4.1	Contexto . . . . .	63
4.2	Situação anterior ao projecto . . . . .	64
4.3	Requisitos . . . . .	66
4.4	Solução . . . . .	66
4.4.1	Aquisição . . . . .	68
4.4.2	Consolidação . . . . .	68

---

4.4.3	Visualização . . . . .	69
4.4.4	Arquivo . . . . .	69
4.4.5	Planeamento . . . . .	69
<b>5</b>	<b>Implementação do Sistema</b>	<b>71</b>
5.1	Aquisição dos Dados . . . . .	71
5.2	Consolidação dos dados . . . . .	75
5.2.1	Modelo de dados . . . . .	75
5.2.2	Processo de Consolidação . . . . .	78
5.3	Visualização dos Dados . . . . .	78
5.4	Arquivo de Dados . . . . .	82
5.4.1	Interface XML . . . . .	84
5.4.2	Repositório de Dados de Sinais Vitais . . . . .	85
<b>6</b>	<b>Conclusões</b>	<b>89</b>
6.1	Verificação dos objectivos . . . . .	89
6.2	Trabalho Futuro . . . . .	92
	<b>Bibliografia</b>	<b>95</b>
	<b>Anexos</b>	<b>101</b>
	Anexo A . . . . .	104
	Anexo B . . . . .	106
	Anexo C . . . . .	109
	Anexo D . . . . .	110
	Anexo E . . . . .	112



# Lista de Figuras

2.1	Estrutura da Informação Hospitalar . . . . .	9
2.2	Aplicação actual da UCI . . . . .	17
2.3	Nova aplicação para UCI . . . . .	17
2.4	Plataforma JEE . . . . .	18
2.5	Aplicação Sala de Emergência . . . . .	19
2.6	Unidade de Cuidados Intensivos . . . . .	19
2.7	Monitor de aquisição de dados . . . . .	20
3.1	Comunicação entre sistemas, sem e com HL7 [1] . . . . .	24
3.2	Utilização da Norma HL7 [2] . . . . .	25
3.3	Mensagem de consulta e respectiva resposta. . . . .	26
3.4	Troca de informação . . . . .	27
3.5	Evento observação de um doente . . . . .	27
3.6	Confirmação da recepção de uma mensagem. . . . .	28
3.7	Estrutura de uma mensagem HL7 . . . . .	29
3.8	Exemplo dos segmentos de uma mensagem ADT . . . . .	29
3.9	Campos num segmento . . . . .	30
3.10	Esquema de uma Mensagem . . . . .	32
3.11	Exemplo de excerto de Mensagem ADT-A01 . . . . .	35
3.12	Exemplo de excerto de Mensagem RQI . . . . .	36
3.13	Exemplo de excerto de Mensagem RDE . . . . .	36
3.14	Exemplo de excerto de Mensagem RPI . . . . .	37

---

3.15	Exemplo de excerto de Mensagem ORU . . . . .	38
3.16	Exemplo de um segmento MSH . . . . .	39
3.17	Mensagem V3 . . . . .	42
3.18	Backbone do RIM [3] . . . . .	45
3.19	R-MIM [3] . . . . .	46
3.20	Exemplo de um R-MIM [3] . . . . .	47
3.21	Exemplo de obtenção de HMD [3] . . . . .	50
3.22	Estrutura do CDA . . . . .	51
3.23	Estrutura de um Documento CDA R2 . . . . .	52
3.24	Processo de desenvolvimento de mensagens na Versão 3 . . . . .	53
3.25	Camadas envolvidas na comunicação HL7 da Central PHILIPS® . . . . .	58
3.26	Exemplo de excerto de Mensagem NMD . . . . .	59
3.27	Exemplo de excerto de Mensagem ORU . . . . .	60
4.1	Exemplo de Pancarta do HPH utilizada em UCI . . . . .	65
4.2	Registo manual de sinais vitais . . . . .	65
4.3	Arquitectura do sistema de aquisição automática . . . . .	67
4.4	Módulos do Sistema de aquisição automática . . . . .	67
4.5	Módulos a desenvolver . . . . .	70
5.1	Esquema da Rede . . . . .	72
5.2	Exemplo de mensagem HL7 na versão 2.3 . . . . .	73
5.3	Diagrama de Estados do HL7Reader . . . . .	75
5.4	Esquema da Base de Dados . . . . .	76
5.5	Diagrama de Actividade do <i>Job</i> . . . . .	79
5.6	Interface de Visualização de Sinais Vitais . . . . .	80

---

5.7	Detalhes da Visualização . . . . .	81
5.8	Dispositivo móvel . . . . .	82
5.9	Estrutura da Secção de "Vital Signs" do CDA . . . . .	86
1	Exemplo de Arquivo de dados de um doente na versão 3 . . . . .	109
2	Microsoft Visio Template . . . . .	111
3	RoseTree . . . . .	111
4	RIM . . . . .	113
5	Registo em papel impresso pela aplicação <i>Emergency.Room</i> . . . . .	115



# Lista de Tabelas

2.1	Variáveis de aquisição . . . . .	20
3.1	Versões da Norma HL7 . . . . .	24
3.2	Tipos de dados na Norma . . . . .	30
3.3	Mensagem ADT . . . . .	33
3.4	Tipos de Mensagens . . . . .	34
3.5	Tipos de Eventos da mensagem ADT . . . . .	35
3.6	Estrutura da Mensagem RQI . . . . .	35
3.7	Estrutura da Mensagem RDE . . . . .	36
3.8	Estrutura da Mensagem ACK . . . . .	37
3.9	Estrutura da Mensagem RPI . . . . .	37
3.10	Estrutura da Mensagem ORU . . . . .	38
3.11	Estrutura da Mensagem DFTDetailed . . . . .	38
3.12	Exemplos de Segmentos . . . . .	39
3.13	Campos do Segmento MSH . . . . .	40
3.14	Estrutura de artefactos . . . . .	49
3.15	Grelha dos dados correspondente à Figura 3.21 . . . . .	51
3.16	Estrutura da Mensagem NMD . . . . .	59
3.17	Resumo comparativo das versões 2.x e 3 . . . . .	61
5.1	Espaço de armazenamento utilizado (valores em MB) . . . . .	86
5.2	Anos de Arquivo . . . . .	87

1	Interfaces de HL7 [4] . . . . .	105
2	Estrutura da Mensagem ORU por Segmento . . . . .	108

# Acrónimos

Abreviatura	Extenso
ACR/NEMA	American College of Radiology and the National Electrical Manufacturers Association
ANSI	American National Standards Institute
API	Application Programming Interface
CDA	Clinical Document Architecture
CEN	Comite Europeen de Normalisation
DCI	Departamento de Cuidados Intensivos
DICOM	Digital Imaging and Communications in Medicine
DMIM	Domain Message Information Model
EMFC	Extended Medical Function Codes
EPR	Electronic Patient Records
FC	Frequência Cardíaca
FMUP	Faculdade de Medicina da Universidade do Porto
FR	Frequência Respiratória
HL7	Health Level 7
HPH	Hospital Pedro Hispano
HSS	Hospital de São Sebastião
ICT	Informação na Saúde e Tecnologias de Comunicação
ICU	Intensive Care Unit
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc
IGIF	Instituto de Gestão Informática e Financeira
IPQ	Instituto Português da Qualidade
ISO	International Organization for Standardization
IT	Information Technologies
JEE5	Java Enterprise Edition
MDIL	Medical Device Interface Language
MEDIX	Medical Data Interchange
MIB	Medical Information Bus
MSH	Message Header Segment
NMD	Network Management
OBR	Observation Request Segment
OBX	Observation Result Segment
OSI	Open systems interconnection
ORU	Unsolicited Observation Reporting
PACS	Picture Archiving and Communication System
PDS	Patient Data Server
PHILIPS®	Philips marca registada
PI	Polling Interface
PID	Parameter Data Interface
PRA	Patient Record Architecture
PV1	Patient Visit Segment

RCE	Registos Clínicos Electrónicos
RIM	Reference Information Model
RMIM	Refinde Message Information Model
SAM	Sistema de Apoio ao Médico
SBIM	Serviço de Bioestatística e Informática Médica
SCIM	Serviço de Cuidados Intensivos Médicos
SDOs	Standards Developing Organizations
SE	Sala de Emergência
SGBD	Sistema de Gestão de Base da Dados
SI	Sistema de Informação
SIG	Special Interest Groups
SIH	Sistema de Informação Hospitalar
SONHO	Sistema Integrado de Informação Hospitalar
SPO2	Saturação de Oxigénio
T	Temperatura
TAC	Tomografia Axial Computadorizada
TAD	Tensão Arterial Diastólica
TAS	Tensão Arterial Sistólica
TC	Technical Committees
TI	Tecnologias de Informação
UCI	Unidade de Cuidados Intensivos
UMI	Unsolicited Messages Interface
UML	Unified Modeling Language
WG	Working Groups
WGI	Information models
WGII	Terminology and knowledge Bases
WGIII	Security, Safety and Quality
WGIV	Technology for Interoperability
XML	Extensible Markup Language

# Capítulo 1

## Introdução

A integração de sistemas informáticos nas práticas clínicas é uma consequência da evolução que a medicina tem tido nos últimos tempos. Existe actualmente no mercado um número considerável de sistemas especializados em diferentes áreas que fazem a recolha e integração de dados [5, 6, 7]. A existência de uma “selva” de sistemas de informação que suportam e fornecem soluções para a área da saúde é uma evidência nos dias actuais [8]. Na verdade, a integração de informação nesta área deveria ser encarado como uma banalidade. Como já referido por *Noothoven*: “A necessidade de integração de sistemas de informação no sector da saúde torna-se evidente quando estudados os interesses dos vários intervenientes” [9]. A gestão dos dados administrativos e clínicos dos doentes é actualmente garantida por sistemas informáticos e a interoperabilidade destes sistemas e a partilha de dados entre eles é um problema bem conhecido [10].

A qualidade dos cuidados de saúde depende, entre outros factores, das tomadas de decisão correctas no tempo e local certo. Decisões apropriadas podem ser tomadas se os sistemas de informação forem precisos, bem detalhados, não ambíguo e acessíveis. É notório o aumento na utilização dos sistemas de informação pelos profissionais de saúde no apoio às suas tomadas de decisão, mas existem ainda muitos obstáculos para o sucesso desta interligação entre informática e prática da medicina [11]. Os dados clínicos podem surgir de diferentes fontes e os sistemas de hardware e software são por vezes inadequados para lidar com eles. Por outro lado, alterar os hábitos das práticas médicas torna-se um trabalho árduo e muitas vezes difícil de se conseguir [12].

Olhando para o aspecto mais técnico, o formato em que muitas destas aplicações recolhem e armazenam os dados, algumas delas usando campos de texto livre, torna fácil a leitura humana mas não é o mais correcto para processamento, validação e análise

automática de dados [13, 14, 15].

A adopção de normas é uma solução para interligar dados proveniente dos diferentes sistemas e tecnologias. A norma HL7 é específica para a área da saúde e proporciona interoperabilidade entre as instituições da saúde e os serviços existentes nelas [16].

A sua aplicação na troca de informação médica é uma prática habitual nos países mais desenvolvidos. Em Portugal, a sua utilização não é muito evidente e como tal a evolução da norma fez-se sem que a realidade portuguesa tenha acompanhado os seus conceitos. É necessário estudar e adaptar a realidade portuguesa a esta norma e identificar a informação que se integra na mesma e a que terá que ser adaptada.

Na apresentação da norma e sistemas foram utilizados excertos de dados clínicos que sem deixarem de ser significativos, não correspondem a dados reais de doentes.

## 1.1 Objectivos do Trabalho

A existência de um sistema de monitorização que recolhe dados de doentes em Unidades de Cuidados Intensivos (UCI)—sistema que monitoriza os sinais vitais dos doentes em períodos constantes de tempo—e que é independente dos restantes sistemas hospitalares, foi objecto de estudo para integrar/disponibilizar dados para outras aplicações na área da saúde. O acesso a estes dados por parte dos profissionais é actualmente feito através de uma visualização dos monitores seguida de uma transcrição manual para um registo em papel denominado de *Pancarta*.

Existe uma aplicação informática, desenvolvida e mantida pelo Serviço de Bioestatística e Informática Médica (SBIM) da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto (FMUP), que serve como ferramenta administrativa para a admissão, alta e gestão de dados clínicos de doentes na UCI. O acesso aos dados monitorizados e a sua integração em outras aplicações não tem sido possível devido à falta de comunicação entre as plataformas. As aplicações estão desenvolvidas em diferentes plataformas, utilizam também diferentes tecnologias bem como bases de dados que lhes servem de apoio.

O objectivo deste trabalho foi integrar dados proveniente de dois sistemas diferentes numa UCI. Foi desenvolvida um sistema de integração de dados com base na norma HL7, de forma a permitir a troca de informação, independentemente dos sistemas operativos, linguagens de programação ou base de dados utilizados. Foram utilizadas duas versões da norma HL7 (versão 2.3 e versão 3) pelo facto de os aparelhos de monitorização não

suportarem a última versão. No entanto, esta foi utilizada para armazenamento dos dados, conseguindo-se assim efectuar uma comparação entre versões, sendo esta uma mais valia do projecto.

Este trabalho descreve um protótipo para aquisição automática de dados de aparelhos de monitorização em Unidades de Cuidados Intensivos no Hospital Pedro Hispano (HPH). O sistema funcionará como uma ponte de ligação entre a rede dos aparelhos de monitorização de doentes e a rede do hospital servindo para integrar, consolidar, filtrar e armazenar dados num registo clínico electrónico da UCI. O sistema foi desenhado o mais próximo possível dos hábitos administrativos existentes, evitando assim um impacto na sua adaptação e garantindo uma fácil interacção do utilizador com a aplicação. Desta forma, a integração destes dados no sistema informático substitui o registo dos mesmos em papel e o acesso *online* irá fornecer uma grande flexibilidade aos profissionais de saúde. A aquisição automática melhora a qualidade [17] de dados elimina a transcrição de erros [18, 19] e permite o armazenamento de grandes quantidades de dados [20].

## 1.2 Instituições Envolvidas

No processo de desenvolvimento deste projecto, estiveram envolvidas três instituições: O Serviço de Cuidados Intensivos Médicos (SCIM) do Hospital Pedro Hispano (HPH), a PHILIPS® Divisão de Sistemas Médicos, e o SBIM da FMUP. Cada uma assumiu um papel importante e a relação entre as três foi fundamental para a execução deste projecto.

A Unidade Local de Saúde de Matosinhos [21] foi criada em 1999 e é uma entidade pública empresarial dotada de autonomia administrativa e financeira. Está integrada no Serviço Nacional de Saúde (SNS) e integra 4 unidades locais de saúde da região de Matosinhos. Com uma lotação de 432 camas, presta cuidados hospitalares directos a uma população de 430.000 habitantes, aproximadamente. Estatísticas do relatório de contas de 2004 indicam que tem uma média de 214.000 admissões e 599.000 consultas externas por ano. Em Março de 2006, obteve a certificação pela norma ISO 9001: 2000, atribuída pelo Health Quality Service (HQS) [22], tornando-se no primeiro hospital público a funcionar, na globalidade dos seus serviços e prestação de cuidados, em conformidade com aquelas normas de qualidade. Simultaneamente, renovou a acreditação que tinha conseguido em 2002, atribuída também pelo HQS.

O SCIM faz parte do Departamento de Cuidados Intensivos (DCI) e tem como missão o tratamento de doentes em estado crítico, sendo que a investigação clínica representa

também uma das suas missões. Presta formação a médicos internos de diversas especialidades e a intensivistas. O DCI tem a seu cargo a emergência médica hospitalar e a Sala de Emergência (SE), sendo que esta está em dependência directa do SCIM. Foi importante aprender com os seus profissionais como funciona uma UCI, quais as suas necessidades em termos informáticos e sentir directamente como é trabalhar num local que lida com a morte todos os dias.

A PHILIPS® aderiu a este projecto de uma forma empenhada. É de enaltecer a disponibilização de meios materiais, conhecimentos técnicos e meios humanos que sempre estiveram prontos a ajudar quando necessário.

O Serviço de Bioestatística e Informática Médica (SBIM) da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto (FMUP) foi criado em 1996 tendo como principais actividades o ensino, a investigação e a prestação de serviços nas áreas da Bioestatística e da Informática Médica.

O SBIM presta serviços de consultadoria em bioestatística e informática médica a dezenas de investigadores e instituições na área da saúde e tem desenvolvido projectos de investigação centrados em diversas áreas: sistemas de informação em Saúde (sobretudo registos clínicos electrónicos e análise automática de dados clínicos), análise estatística (sobretudo em projectos de epidemiologia clínica), avaliação de testes de diagnóstico (estudos de reprodutibilidade e de validade), e epidemiologia do cancro e das doenças cardiovasculares. Muitos destes projectos têm sido realizados em colaboração com instituições universitárias, empresariais e de saúde, e financiados por entidades externas. Muitas dessas acções resultam em dissertações de Mestrado e de Doutoramento e em artigos científicos publicados em revistas nacionais e estrangeiras.

### 1.3 Organização da Dissertação

Esta dissertação está organizada da seguinte forma:

O Capítulo 2 dá uma visão geral dos sistemas de informação hospitalar, em especial das Unidades de Cuidados Intensivos e do ambiente onde este projecto foi implementado.

O Capítulo 3 é dedicado à Norma *Health Level Seven*, como nasceu e tem evoluído dando destaque às versões 2.x e à versão 3.

O Capítulo 4 refere a arquitectura do sistema a ser implementado e quais os problemas

encontrados e soluções propostas.

O Capítulo 5 explora a concepção e implementação do sistema, sendo descritos os módulos de aquisição, consolidação e visualização. A interoperabilidade de aplicações, do ponto de vista de integração e de armazenamento é também referida neste Capítulo.

Os resultados preliminares do desenvolvimento do sistema são apresentados no Capítulo 6 bem como as conclusões e investigação futura esperada.

Em anexo estão apresentados alguns interfaces de HL7 comerciais, estrutura de mensagem ORU por segmento, exemplo de uma página *web* correspondente ao arquivo de dados na versão 3 da norma HL7, ferramentas utilizadas na versão 3 para desenvolvimento de mensagens, exemplo da estrutura do RIM, e exemplo da impressão do gráfico e respectivos valores da aplicação *Emergency.Room*.



## Capítulo 2

# Sistemas de Informação

Este Capítulo trata o panorama dos sistemas de informação e normas na área da saúde. São também referidos as aplicações de registos clínicos electrónicos em Unidades de Cuidados Intensivos bem como os aparelhos de monitorização utilizados nestes serviços.

Um Sistema de Informação (SI) é um conjunto de componentes inter-relacionados que conjugados recolhem, armazenam, processam, validam, disponibilizam e distribuem os dados de modo a facilitar o processo de planeamento, controlo, coordenação, decisão e de análise numa organização [23]. O objectivo de um SI passa pela transformação de dados que poderá ser dividida em três fases distintas: *input*, processamento e *output*.

O *input* está relacionado com a recolha dos dados em bruto, internamente ou externamente à organização. O processamento destes dados transforma-os em informação útil e inteligível de modo a que possa ser processada pelas pessoas ou actividades que a vão utilizar, ou seja o *output* dos dados. A relação que existe entre o *input* e o *output* é importante para se perceber se a recolha dos dados está a satisfazer os objectivos esperados.

Um sistema de informação é composto por organizações, pessoas e tecnologia [23] e o seu grande objectivo é ajudar na resolução dos problemas organizacionais. As pessoas usam a informação dos sistemas para realizar as suas tarefas e a tecnologia é o meio do qual elas se servem para transformar os dados.

## 2.1 Sistemas de Informação Hospitalar

O processo de tratamento de doentes envolve a cooperação entre profissionais de saúde (médicos, enfermeiros, técnicos, administradores, entre outros). Muitas das decisões tomadas pelos profissionais de saúde são apoiadas em função da informação recolhida anteriormente.

A informação é um dos recursos mais importantes que um hospital pode ter: no apoio às decisões médicas, nos cálculos de gastos, na análise de desempenho, entre outros. Pode ter diversas proveniências, mas todo o processo de recolha e processamento de dados tem custos elevados. Seja da necessidade de adquirir equipamento tecnológico de ponta ou a formar pessoal, os profissionais de saúde, em geral, passam também muito do seu tempo a recolher e a usar informação.

A previsão do futuro pode ser feita com base no passado, e nesse sentido, a informação do passado é essencial. A reengenharia na saúde requer SI que suportem o apoio à tomada de decisão, não sendo os sistemas de documentação baseados em lápis e papel uma solução nas quais essas decisões se possam basear. O desenho de um sistema deve considerar a aquisição, o armazenamento, a consolidação, a validação e a apresentação dos dados. A prática da medicina tem sido descrita como sendo dominada pela qualidade da recolha, processamento e comunicação de informação [24].

Segundo Prokosch [25], um bom Sistema de Informação Hospitalar (SIH) depende em muito do processamento electrónico de dados, e da sua comunicação dentro da instituição. Para garantir a interoperabilidade entre aplicações, existem dois aspectos chave que têm que ser considerados: o hardware e o software, que formam as bases para o sistema de comunicações hospitalar e cujo funcionamento correcto deve ser garantido. A integração é um aspecto fundamental no processo de desenho e desenvolvimento de um SIH.

A informação hospitalar pode ser vista de duas formas diferentes: a visão de gestão da instituição e a visão clínica. A primeira, e recorrendo à Figura 2.1, organiza a informação segundo quatro grandes eixos:

1. Urgência: informação relativa a doentes que recorrem às Urgências. Só as situações mais graves recorrem a este serviço;
2. Consulta Externa: informação relativa aos doentes que recorrem a consultas externas de uma determinada especialidade;
3. Internamento: informação relativa aos doentes que são internados numa determi-

nada especialidade. Esta situação pode surgir de uma emergência médica ou é fruto de um acompanhamento prévio que o doente tem por parte do seu médico.

4. Hospital de Dia: é uma junção entre a informação do internamento e da consulta externa (por exemplo: um doente que faz Hemodiálise ou Quimioterapia).

A visão clínica está relacionada com a forma como cada departamento organiza a sua informação, recorrendo muitos deles a software específico para as suas necessidades.

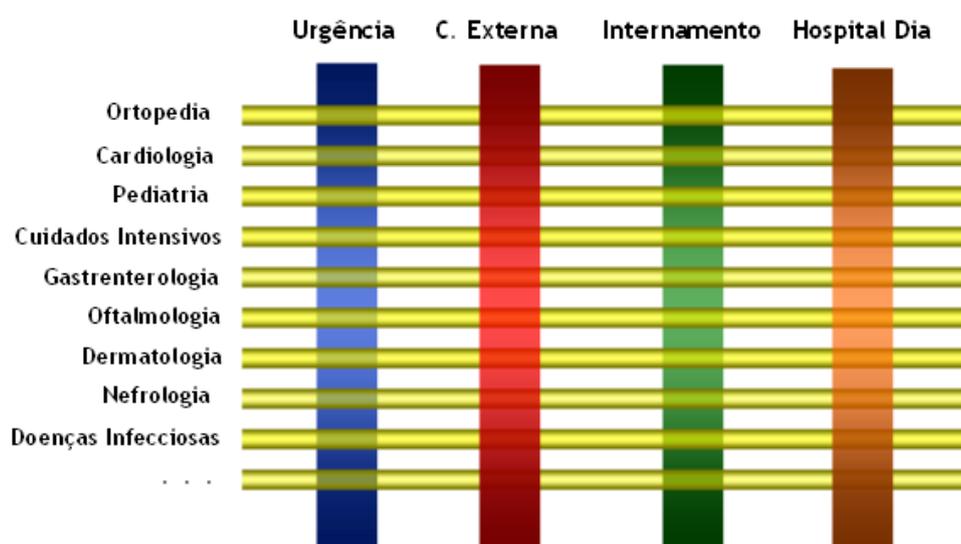


Figura 2.1: Estrutura da Informação Hospitalar

Cada hospital possui o seu SIH, que é controlado e apoiado por um departamento de informática.

A aplicação, designada por **Sistema Integrado de Informação Hospitalar (SONHO)**, controla os dados dos doentes segundo a visão de gestão do hospital. Esta aplicação é fornecido por uma entidade do estado, Instituto de Gestão Informática e Financeira (IGIF). Neste sistema são registados os dados administrativos dos doentes relativamente a Urgência, Consulta Externa e de Internamento. Uma variante desta aplicação para a classe médica, que se chama Sistema de Apoio ao Médico (SAM), está disponível nos Hospitais e consegue em determinados casos cobrir algumas áreas médicas. Contudo, é considerado por alguns profissionais de saúde uma solução inadequada para determinados serviços hospitalares.

As aplicações departamentais são desenvolvidas à medida para cada departamentos e cruzam a sua informação com o SONHO no que se refere aos dados administrativos. Esse cruzamento é efectuado através do acesso a uma Tabela específica do SONHO criada

para esse fim. A relação entre as aplicações fica-se na maioria dos casos, reduzida a esta interligação.

A troca de dados entre departamentos é, na maioria dos casos, negociado entre as partes interessadas sendo definidos formatos específicos para as suas necessidades.

## 2.2 Normas

Com o aumento dos custos e dos problemas na integração da informação médica e administrativa, a adopção de normas na informática médica é uma mais valia quando os sistemas pretendem comunicar. Uma das funções das normas é estabelecer os conceitos da área em que se aplicam e clarificam a sua semântica. Uma ontologia é uma especificação dos conceitos de uma determinada área que fornece um vocabulário comum para esta definindo o significado dos termos e dos relacionamentos entre eles [26]. Se dois sistemas aderirem à mesma ontologia, passam a ser compatíveis relativamente aos conceitos aí adoptados. Explícita ou implicitamente, uma norma tem subjacente uma ontologia que lhe permite evoluir sem mudar o significado dos seus conceitos básicos.

As normas podem ser definidas como sendo um conjunto de procedimentos e regras que descrevem os processos e formatos para trocar dados entre entidades de uma forma integrada. Quando aplicadas às tecnologias de informação permitem aos vários intervenientes a comunicação de dados. As normas são necessárias para trabalho de interligação, portabilidade e reutilização. Podem ser classificadas da seguinte forma:

- **ad hoc:** um determinado conjunto de organizações e/ou pessoas chegam a um acordo relativamente a uma especificação (ex: DICOM definido pela *American College of Radiology*(ACR) e *National Electrical Manufactures Association*(NEMA));
- **de facto:** imposto por um determinado fabricante (ex: sistema operativo Windows<sup>®</sup> fabricado pela Microsoft<sup>®</sup>);
- **governamentais:** norma imposta centralmente pelo governo (ex: normas criadas pelo Instituto Português da Qualidade(IPQ)); e
- **consensos:** grupo de voluntários produzem uma especificação que acaba por se tornar uma norma. Grande parte das normas são produzidas desta forma. (ex: *Health Level Seven*(HL7)).

Tal como noutras áreas, também na saúde os benefícios da utilização de normas são importantes. Entre eles destacam-se a diminuição significativa do volume de armazenamento necessário (codificação), a facilidade de comunicação de dados entre profissionais de saúde, a possibilidade de realização automática de relatórios, e a garantia de interoperabilidade entre diferentes sistemas informáticos ou a facilidade de pesquisa de informação.

Contudo, os problemas da sua utilização são também de realçar. Andrew Tanenbaum no seu livro "*Computer Networks*", afirmou, "*The nice thing about standards is that there are so many of them to choose from*" [27], como uma referência ao facto de normas concorrentes se tornarem uma fonte de complexidade, divisão e duplicação de esforço em vez de um melhoramento à usabilidade de produtos. Na realidade, se em vez de existirem diferentes normas, com os mesmos objectivos e para diferentes países, a adopção de uma única fosse acordada a nível internacional, muito da ambiguidade existente seria eliminada e os avanços nesta área seriam mais significativos.

A norma HL7 e *Digital Imaging and Communications in Medicine* (DICOM) têm dado passos importantes e estão a ser muito bem aceites como uma base semântica para troca de informação entre sistemas. Contudo, para os Registos Clínicos Electrónicos (RCE) não existe um acordo universal quanto às normas a usar, tornando muitas vezes a troca de informação impossível de se conseguir.

### 2.2.1 Instituições de normalização

Existem algumas instituições responsáveis pela criação de normas cujo objectivo é idêntico: normalização de informação. Em seguida são citados alguns exemplos das organizações existentes mais conhecidas a nível internacional e as normas que a elas estão associadas na área da saúde.

#### **HL7 - *Health Level Seven***

A HL7 [16] é uma de várias organizações de desenvolvimento de normas acreditadas (*Standards Developing Organizations (SDOs)*) a operar na área dos cuidados de saúde. Esta organização produz normas (também denominadas especificações ou protocolos) para um domínio de cuidados de saúde particular, nomeadamente farmácia, aparelhos médicos, imagem, entre outros. O domínio do HL7 são os dados clínicos e administrativos. O principal objectivo desta organização é o de "Criar aproximações flexíveis e económicas,

normas, metodologias e serviços relacionados para a interoperabilidade entre sistemas de informação nos cuidados de saúde” [16].

A norma HL7 define transacções para a transmissão de dados de registo de doentes, admissões, transferências, seguros, pagamentos, pedidos e resultados de exames laboratoriais, observações de enfermeiros e médicos, regimes de dieta, pedidos de farmácia, etc. Este sistema é suportado pela grande parte dos vendedores de sistemas informáticos para a saúde e é usado em muitos grandes hospitais dos E.U.A. nos dias de hoje. Também é usado na Austrália, Áustria, Canada, Alemanha, Israel, Japão, Nova Zelândia, Holanda e Reino Unido, entre muitos outros.

Para levar a cabo a implementação da norma HL7 numa determinada organização, muitas soluções podem ser adoptadas. Entre a tecnologia *Open Source*<sup>1</sup> ou privativa, são variadas as escolhas comerciais capazes de implementar a sua aplicação. A Microsoft®, por exemplo, oferece um módulo integrado no *Microsoft BizTalk Server*® [28, 29] mas está restrita à plataforma .NET. A Tabela 1 (Anexo A) apresenta outras opções. Apesar de custos elevados e de alguns problemas de conectividades, aquela que mais chama a atenção é o interface *Mirth* [4] porque é *Open Source* e o que tem o mais elevado número de protocolos para integração.

A HL7 é das normas mais utilizadas na área da saúde [30].

### **CEN - *Comite European de Normalisation***

O âmbito do CEN-TC251 [31] é a normalização na área da Informação na Saúde e Tecnologias de Comunicação. Esta norma pretende alcançar compatibilidade e interoperabilidade entre sistemas independentes e permitir modularidade.

O principal objectivo da norma criada pelo CEN é alcançar a compatibilidade e interoperabilidade entre sistemas independentes que operem na Europa. Ao contrário do sucedido com o HL7 esta norma não entra em muito detalhe no que diz respeito à implementação destes sistemas, apenas indicando em termos muito gerais que estrutura genérica deverão ter os sistemas informáticos que pretendem comunicar através desta norma. Neste âmbito foram criados os seguintes grupos de trabalho:

- Modelos de Informação - *Information models*

---

<sup>1</sup>Software *open source*, ou em português, código aberto, é um tipo de software cujo código fonte é visível publicamente.

- Terminologia e bases de conhecimento - *Terminology and knowledge Bases*
- Segurança, Protecção e Qualidade - *Security, Safety and Quality*
- Tecnologias para a Interoperabilidade - *Technology for Interoperability*

### **IEEE - *Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc***

O IEEE [32] tem como principal objectivo promover o conhecimento no campo da engenharia eléctrica, electrónica e computação. Um dos seus papéis mais importantes é estabelecer normas para formatos de computadores e dispositivos. O principal trabalho desta instituição na criação de normas para aplicação na área da saúde tem sido desenvolvido através dos seguintes grupos:

- IEEE P1157 *Medical Data Interchange* (MEDIX). Este grupo foi organizado em 1987 para criar uma norma de troca de informação entre sistemas informáticos hospitalares.
- IEEE P1073 *Medical Information Bus* (MIB). Este grupo tem como principal objectivo desenvolver meios de comunicação entre aparelhos de cuidados intensivos e computadores.

### **ACR/NEMA - *American College of Radiology [33] and the National Electrical Manufacturers Association***

A ACR/NEMA [34] são entidades responsáveis pela produção de algumas normas de imagem médica e comunicações de dados na Medicina. Em particular são as entidades responsáveis pelo formato DICOM que é amplamente utilizado na imagem médica.

A norma DICOM é uma estrutura para comunicação de imagem médica, baseada no modelo de referência *Open System Interconnect*(OSI). A DICOM era referenciado no passado como uma norma ACR/NEMA, dado que foi desenvolvido pela *American College of Radiology* (ACR) e pela *National Electrical Manufacturer's Association* (NEMA). A DICOM tem como objectivo "Promover a comunicação de imagens digitais, independentemente do fabricante dos aparelhos, facilitar o desenvolvimento e a expansão dos sistemas de armazenamento e de comunicação de imagens (PACS) que, juntamente com outros sistemas de informação hospitalar, vão permitir a criação de bases de dados de diagnósticos que podem ser interrogadas por vários dispositivos espalhados geograficamente."

A norma possibilita que os aparelhos de diferentes fabricantes comuniquem. Por exemplo, todas as imagens de *Tomografia Axial Computadorizada* (TAC) serão armazenadas no mesmo formato independentemente do fabricante bem como o cabeçalho que contém informações relativas ao doente, à data a que se realizou o exame, etc. A primeira versão da norma foi publicada em 1985, estando neste momento na versão 3.0.

## 2.3 Unidades de Cuidados Intensivos

Uma Unidade de Cuidados Intensivos (UCI) é um departamento hospitalar especializado na prestação de cuidados de saúde específicos e contínuos a doentes cujo estado de saúde é crítico e cuja vida possa estar ameaçada. O objectivo de uma UCI é simples, mas os seus procedimentos podem ser bastante complexos e os doentes aí recebidos são monitorizados continuamente. Os critérios para a admissão de um doente não se podem definir consensualmente, mas a admissão de um doente em Cuidados Intensivos faz-se porque necessita de suporte de funções vitais ou de monitorização intensiva de sinais vitais (pulso, pressão sanguínea, frequência cardíaca, frequência respiratória e tensão arterial).

Uma UCI requer uma equipa multidisciplinar que não está só limitada a intensivistas<sup>2</sup> e enfermeiros, contando também com o apoio de farmacêuticos, consultores de diferentes especialidades médicas (cirurgiões, anestesistas, entre outros) e até mesmo dos informáticos.

Os intensivistas efectuam avaliações periódicas do estado cardiovascular e ventilatório dos doentes e estudam vários sistemas orgânicos do doente. Os enfermeiros têm um papel muito importante, pois as suas tarefas apoiam o intensivista complementando assim o ciclo de tratamento do doente.

As proveniências de um doente de uma UCI podem ser diversas: da Sala de Emergência, de um departamento do Hospital ou de um outro Hospital. As camas estão geralmente organizadas de forma a que possam ser todas controladas visualmente pelas equipas médicas e de enfermagem.

Os sinais vitais incluem medidas objectivas para um doente: temperatura, frequência cardíaca e respiratória, pulso, tensão arterial, entre outros. Todos estes sinais vitais podem ser observados, medidos, e monitorizados permitindo assim uma avaliação do estado de um doente. O profissional de saúde tem a responsabilidade de interpretar os dados,

---

<sup>2</sup>Médico especialista em Cuidados Intensivos

juntamente com toda a informação clínica, e identificar as alterações existentes, bem como estabelecer se o tratamento actual é o mais correcto. [35]

Quando um doente é internado na UCI, a ligação aos aparelhos de monitorização é imediata para que se inicie a recolha de sinais vitais. Cada um destes aparelhos está ligado a uma "central de aquisição" que armazena os dados de cada cama até um máximo de 48 horas. Estes dados precisam de ser tratados e transformados num formato de fácil leitura em intervalos de tempo regulares.

## 2.4 Registos Clínicos Electrónicos em UCIs

Um registo clínico é um conjunto de documentos que contém informação clínica e administrativa de um doente permitindo um registo diário de informação com diferentes propósitos e utilizações [36]: agregar, registar e analisar informação relativa à evolução do estado do doente e aos cuidados a este prestados.

Um Registo Clínico Electrónico (RCE) é o termo utilizado para descrever um registo de documentos num formato electrónico. Actualmente, são poucos os RCEs com um bom grau de integração de dados. A falta de disciplina na introdução dos dados e a sua falta de interoperabilidade é também um dos problemas.

O objectivo de um RCE é o de ajudar os profissionais na prestação de cuidados de saúde a tomar decisões, melhorar os cuidados, gerir e planear recursos, ajudar nas pesquisas e na educação médica. Tudo isto é possível quando o acesso à informação é mais rápido e esta é mais legível, existindo segurança no acesso à informação actualizada. A possibilidade de análise de dados e o apoio às tomadas de decisão ajudam também à gestão interna e à diminuição dos custos para a organização [37]. Por outro lado, um RCE é conhecido por atrasar o processo de registo de dados numa fase inicial de utilização do sistema por falta de treino ou por obrigar os utilizadores a determinados procedimentos aos quais não estão habituados.

As Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) são das áreas mais exigentes no que toca a custos e recursos e a cada minuto são tomadas decisões que afectam estes resultados. Estes departamentos hospitalares, são provavelmente, o local onde maior quantidade de dados são gerados por doente/dia. Os cuidados com um doente envolvem a integração de grandes quantidades de dados e os sistemas de informação podem facilitar a sua manipulação.

Uma UCI requer um tratamento especial em termos informáticos, as suas necessidades

e hábitos são diferentes da maioria dos departamentos hospitalares e a integração de dados é cada vez mais um desafio devido à variedade de sistemas e tipo de informação existente. Em Portugal, existem ainda unidades não informatizadas e aquelas que usufruem de RCE têm deficiências ao nível da integração.

O acesso a informação clínica à cabeceira do doente irá aumentar a interacção entre os profissionais de saúde e doente e poderá reduzir a redundância no registo de dados através da criação de interfaces a outros sistemas [38]. As vantagens da recolha automática e registo electrónico de dados clínicos é evidente: garantia de fiabilidade, integridade, confidencialidade, manutenção de dados, possibilidade de elaborar indicadores estatísticos e estudos clínicos são alguns exemplos que se podem enunciar.

Os principais fabricantes de aparelhos de monitorização oferecem soluções diversas nesta área. Uns são mais adaptados do que outros às realidades onde estão implementados, mas todos têm um objectivo comum: gestão de dados clínicos. De entre os mais conhecidos destacam-se nomes como **Unisaft** [39], **Clinisoft** [40], **iMDsoft** [41], **PICIS CareSuite** [42], **ProScribe** [43]. A integração de dados nestas aplicações é mais evidente nos sistemas em que a empresa detentora do software também fornece os aparelhos de monitorização.

Estes produtos são uma solução para uma UCI, contudo, a sua tradução e o facto de não aceitarem as variações necessárias para adaptação à realidade portuguesa dificultam a sua adopção.

### 2.4.1 Intensive.Care

A aplicação **Intensive.Care** [44] foi desenvolvida, e é mantida, pelo Serviço de Bioestatística e Informática Médica (SBIM) da Faculdade de Medicina da Universidade do Porto (FMUP). Consiste num registo clínico electrónico dedicado a UCIs, tendo sido desenhada para ser utilizada por intensivistas e enfermeiros. Esta aplicação permite o registo de dados relativos à admissão, internamento (terapêuticas, índices de gravidade, infecções, complicações, diagnósticos e problemas) e alta. Está instalada em quatro hospitais (Hospital de São João - Porto, Hospital Pedro Hispano - Matosinhos, Hospital de São Sebastião - Santa Maria da Feira e Centro Hospitalar de Vila Nova de Gaia) repartida por sete unidades de cuidados intensivos. Foi iniciada a construção de uma nova versão, também em tecnologia JAVA, com vista à instalação de futuras UCIs e que incluirá a integração de dados com os aparelhos de monitorização resultante do desenvolvimento deste projecto. As Figuras 2.2 e 2.3 são o rosto da aplicação antiga e da nova, respectivamente, que será

instalada no início de 2007.

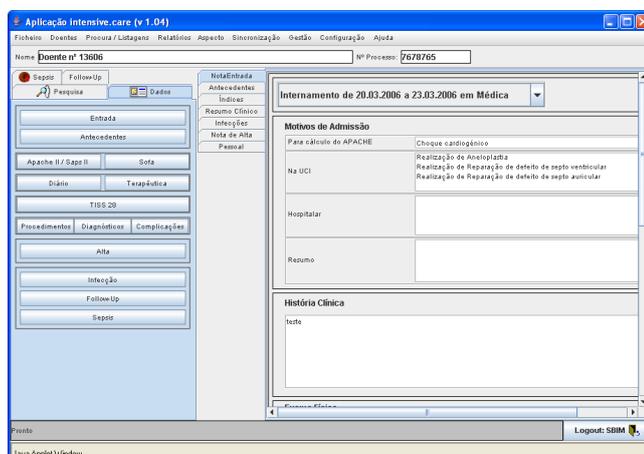


Figura 2.2: Aplicação actual da UCI

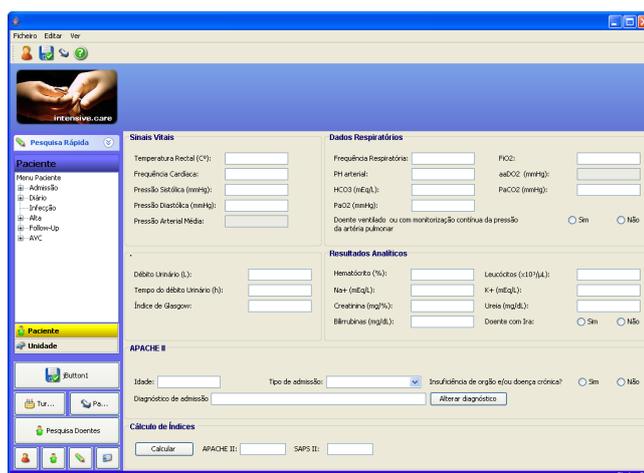


Figura 2.3: Nova aplicação para UCI

A nova aplicação, desenvolvida com a ferramenta NetBeans [45] na *framework Java Platform Enterprise Edition (JEE)*, utiliza o mesmo Sistema de Gestão de Base de Dados (SGBD) Oracle 10g que a sua antecessora.

A plataforma JEE, assente num modelo distribuído *multitiered* de aplicações empresariais, está dividida em componentes de acordo com a função, instalados em máquinas diferentes dependendo da camada aplicacional a que pertencem. A Figura 2.4 exemplifica as aplicações JEE classificadas como *three-tiered* por estarem distribuídas em três máquinas diferentes: máquina cliente, servidor aplicacional e servidor de base de dados;

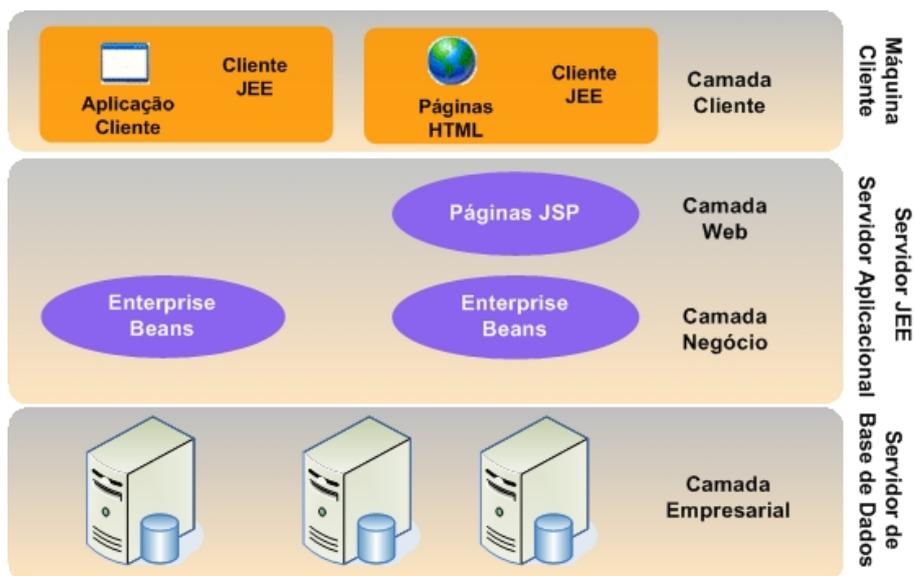


Figura 2.4: Plataforma JEE

## 2.4.2 Emergency.Room

A Sala de Emergência (SE), embora pertencente ao Serviço de Emergência, está funcionalmente dependente do SCIM. Trata de doentes em estado grave correspondentes à cor vermelha da *Triagem de Manchester*. As equipas de profissionais são compostas por médicos e enfermeiros com treino e especialização em medicina de emergência. Estão equipados com aparelhos específicos de emergência como é o caso de desfibriladores, ventiladores, electrocardiógrafos, medicação específica, entre outros.

A aplicação **Emergency.Room**, nasceu da necessidade de registo dos dados. Em funcionamento desde Abril de 2005, a SE tem uma média de 85 admissões/mês e foi objecto de testes neste projecto para a aquisição automática de dados. À semelhança do *Intensive.Care*, esta aplicação foi desenvolvida e mantida pelo SBIM. O motor de base de dados (Oracle 10g) e a plataforma do servidor (*Linux Fedora Core 5*) são os mesmos, mas a tecnologia para o desenvolvimento de interfaces foi diferente: neste caso foi utilizado o Delphi da Borland® para desenvolvimento de uma aplicação cliente servidor com recurso a *ActiveX Data Objects (ADO)*.

A Figura 2.5 reflecte o menu inicial da aplicação *Emergency.Room*.

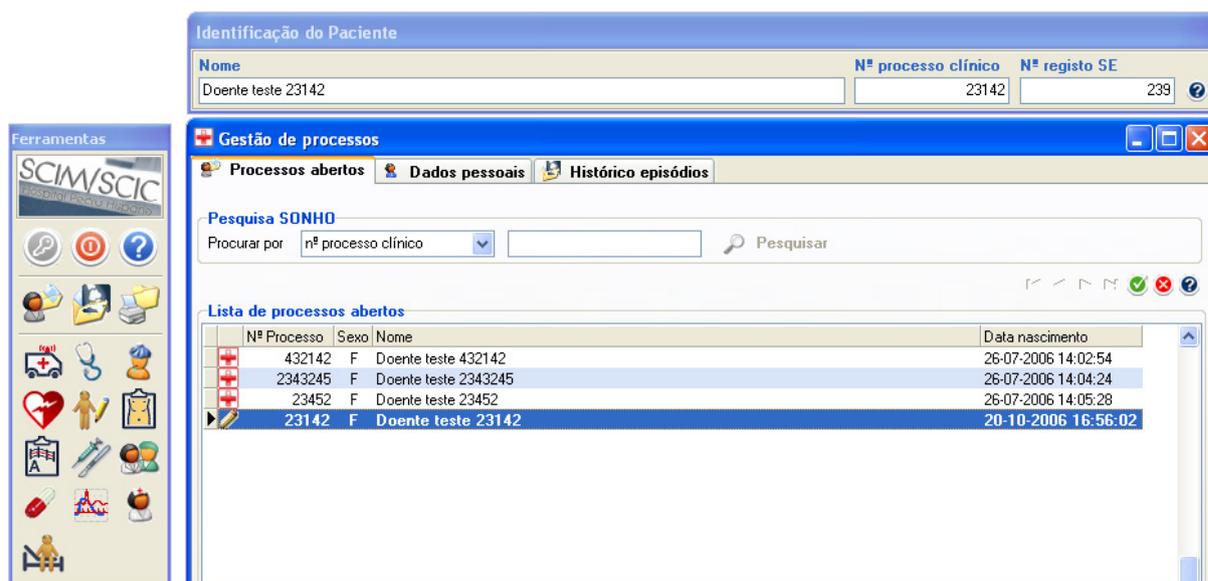


Figura 2.5: Aplicação Sala de Emergência

## 2.5 Monitores de aquisição de dados

Nas UCIs, a vida é garantida com a ajuda das máquinas. Entre ventiladores, tubos, seringas, os médicos e o pessoal de enfermagem tratam dos doentes garantindo-lhes os melhores cuidados de saúde possíveis. Os monitores, localizados em pontos estratégicos da sala, registam sinais de várias cores cada um com o seu significado. Atrás de um balcão, no posto de comando, estão médicos e enfermeiros. Os enfermeiros estão à razão de um por cada dois doentes e em casos mais graves um por cada doente. Só os casos mais graves vão para as UCI, entregues a equipas especializadas que têm ao seu dispor equipamentos sofisticados.



Figura 2.6: Unidade de Cuidados Intensivos

O sistema de monitorização regista todos os dados ao segundo 24 sobre 24 horas. Dos parâmetros recolhidos, os profissionais de saúde podem escolher os que pretendem monitorizar. A Figura 2.6 mostra o aspecto de uma UCI e a Figura 2.7 é o exemplo de um monitor de aquisição de dados. A Tabela 2.1 mostra alguns dos sinais vitais recolhidos pelo aparelho de monitorização.

Variáveis de aquisição	
FC	Frequência Cardíaca
FR	Frequência Respiratória
SPO2	Saturação de Oxigénio
T	Temperatura
TAS	Tensão Arterial Sistólica
TAD	Tensão Arterial Diastólica

Tabela 2.1: Variáveis de aquisição

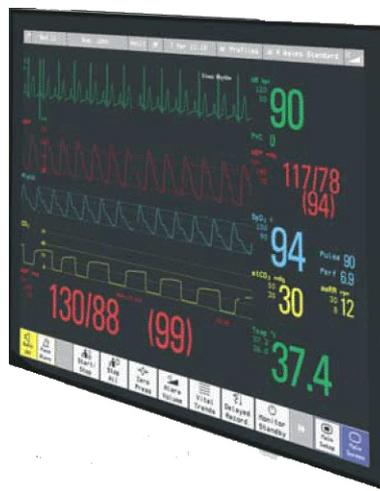


Figura 2.7: Monitor de aquisição de dados

Existem diversos representantes deste tipo de monitores sendo os mais conhecidos a PHILIPS®, SIEMENS®, Datex®, MedTronic®, PhysioControl®. Com funcionalidades muito parecidas, têm todos as mesma finalidades. Os monitores utilizados neste projecto, pertencem à PHILIPS® e são do modelo MP30 [46]. O interface para HL7 utilizado é genérico da PHILIPS® e está instalado na central. Assim, existe a garantia de que o trabalho desenvolvido será facilmente integrado na restante unidade independentemente de se adquirirem outros modelos de monitores.

# Capítulo 3

## Health Level Seven - HL7

O Capítulo anterior fornece uma visão do funcionamento dos sistemas de informação hospitalares existentes em Portugal. É importante perceber como encaixam as aplicações departamentais num sistema global complexo e difícil de gerir.

Este Capítulo não tem como objectivo descrever, de uma forma exaustiva, a norma HL7 [16], mas sim dar uma ideia geral da organização, como nasceu e perceber as diferenças entre a versão 2.x e a versão 3. É apresentada a estrutura das mensagens na versão 2.x de modo a que se fique com uma ideia de como são construídas e qual a sua estrutura. É importante perceber a alteração na construção de mensagem que a HL7 adoptou na passagem para a versão 3 e como tal faz-se uma breve descrição desta nova metodologia.

Nesta dissertação só vão ser abordados os aspectos mais relevantes para o projecto em questão. A consulta completa da norma, na sua totalidade, pode ser efectuada no sítio *www.hl7.org*, onde se podem obter as ferramentas para o desenvolvimento dos modelos a seguir apresentados.

Os Sistemas de Informação(SI) têm vindo a ser cada vez mais utilizados na área da saúde com o objectivo de reduzir custos e aumentar a qualidade. Contudo, não existem SI que consigam abranger todas as áreas de um sistema hospitalar ou de um sistema de saúde devido à sua complexidade. A solução passa por utilizar SI de diferentes fornecedores específicos para cada uma das áreas. Estes sistemas devem estar interligados de modo a que seja possível comunicar dados entre si, em termos físicos (troca de dados) e em termos lógicos (troca de informação) [1].

Os sistemas actuais tendem a evoluir em função das necessidades de cada departamento. Os utilizadores criam expectativas à mediada que as tecnologias se desenvolvem

e o software tem tendência a adaptar-se a estas necessidades. A facilidade de integração entre SI deveria começar por ser uma das exigências das instituições hospitalares, evitando gastos desnecessários com a reintrodução de informação em duplicado (o que pode levar a inconsistências), e garantindo um melhor funcionamento de todo o sistema.

A troca de informação entre sistemas deve ser efectuada de uma forma estruturada, sendo o contexto dos dados preservado e garantindo a interoperabilidade. O HL7 é uma resposta para estes requisitos.

### 3.1 Apresentação

A *Health Level Seven* nasceu em 1987 como uma instituição sem fins lucrativos, cujo objectivo é a produção de normas específicas para a troca de informação na área da saúde—seja ela clínica, financeira ou administrativa—em instituições como hospitais, laboratórios, clínicas, etc. Em 1994 foi certificada pela ANSI - *American National Standards Institute* como um fornecedor de normas para a mesma [47]. A sua missão passa pelo desenvolvimento de uma linguagem flexível e de baixo custo, possível de parametrizar, seguindo uma metodologia que permita a interoperabilidade entre os diversos sistemas. A HL7 não desenvolve software, mas sim recomendações e especificações.

A HL7 tem cerca de 2200 membros que representam mais de 500 organizações e incluem cerca de 90% dos principais fabricantes (fornecedores) de sistemas de informação clínica. Estes encontram-se divididos em Grupos de Trabalho (WG - *Working Groups*), que por sua vez são organizados em comités técnicos (TC-*Technical Committees*) e grupos de interesses especiais (SIG-*Special Interest Groups*). Os comités técnicos são directamente responsáveis pela especificação das normas, enquanto os grupos de interesses especiais investigam novas áreas que possam vir no futuro a ser cobertas pelas especificações do HL7.

A sede da HL7 é nos Estados Unidos e a organização conta com várias delegações internacionais: Argentina, Austrália, Áustria, Canada, China, Finlândia, Alemanha, Índia, Japão, Coreia, Holanda, Nova Zelândia e Inglaterra.

O nome da norma advém do facto de se referir ao nível mais elevado do modelo *Open systems interconnection*(OSI). Este modelo foi desenvolvido pela *International Organization for Standardization*(ISO)[48] como um modelo para a arquitectura de um protocolo de comunicação de dados entre dois sistemas abertos sendo composto por sete camadas.

O nível 7 do modelo, camada de aplicação, faz a interface entre o protocolo de comunicação e a aplicação que pede ou recebe a informação. A HL7 refere-se a esta camada do modelo sendo necessário garantir a operacionalidade das restantes camadas para um bom funcionamento do protocolo[16].

A HL7 tenta ser o mais abrangente possível dando o suporte necessário ao desenvolvimento de sistemas na área da saúde. São objectivos da norma garantir a interoperabilidade, seja ela entre sistemas informáticos ou entre equipamentos médicos permitindo uma maior flexibilidade na adaptação entre ambos, ou unificar interfaces com menos custo de tempo e dinheiro.

## 3.2 Características

A norma HL7 é uma norma não privativa resultante da cooperação de diversas entidades e é utilizada para interligar departamentos hospitalares, aparelhos médicos ou mesmo instituições da saúde. É extremamente flexível e não obriga à utilização das mensagens já definidas dando a liberdade de definir novas. Chega a não ser obrigatória a implementação da totalidade das especificações podendo-se implementar somente funcionalidades de determinada área.

A norma está assente na última camada do modelo OSI passando a ser independente do meio físico e protocolo de comunicação. O sistema operativo ou a linguagem de programação utilizada na implementação da norma são também indiferentes.

Os problemas que decorrem da inexistência de normas são evidentes: a necessidade de maior comunicação entre sistemas para definir formatos de troca de dados, um aumento de interfaces a serem desenvolvidos (veja-se o caso na Figura 3.1 onde para 5 departamentos será necessário criar 20 ligações diferentes, ou seja deverão existir  $n(n-1)$  interfaces entre  $n$  sub-sistemas), e a manutenção de interfaces sendo que a redefinição de uma delas obriga à revisão de todas as suas ligações com as restantes. Por outro lado, a utilização da norma para definir interfaces aumentará a eficiência das comunicações ( $n$  interfaces por cada  $n$  sistemas como se pode ver pela Figura 3.1). Não quer isto dizer que a sua utilização resolverá todos os problemas de comunicação mas ajuda a reduzir muitos deles.

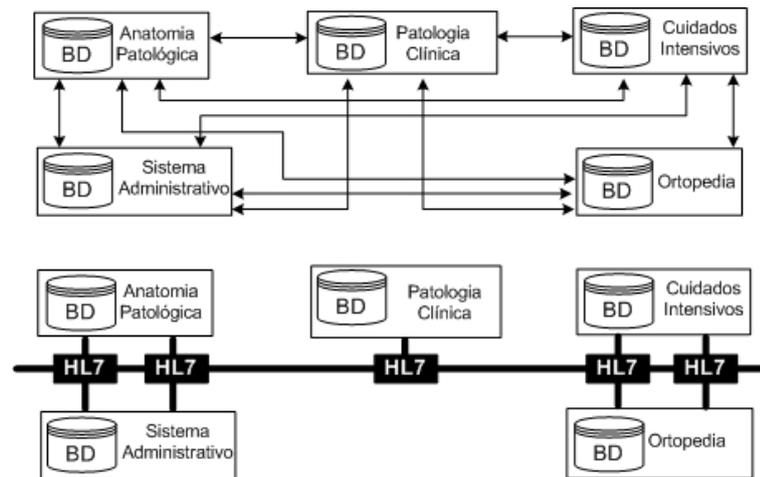


Figura 3.1: Comunicação entre sistemas, sem e com HL7 [1]

### 3.3 Versões

A HL7 é actualmente utilizado em 27 países, incluindo 90% dos Hospitais nos Estados Unidos [28], sendo ainda pouco utilizada em Portugal. Na Tabela 3.1 estão registadas as datas correspondentes à evolução da norma.

Versão	Data de Aprovação
1.0	Outubro de 1987
2.0	Setembro de 1988
2.0D	Outubro de 1988
2.1	Março de 1990
2.2	Dezembro de 1994
2.3	Maior de 1997
2.3.1	Abril de 1999
2.4	Outubro de 2000
2.5	Setembro de 2003
3 R1	Novembro de 2000
3 R2	Maior de 2005

Tabela 3.1: Versões da Norma HL7

A versão 3 da norma HL7 está actualmente disponível para utilização. São já muitas as entidades que iniciaram a construção de interfaces nesta versão. Mesmo assim, a versão 3 está ainda na sua fase inicial enquanto que a versão 2 atingiu a sua maturidade e continua a ser implementada por algumas entidades. Como podemos ver pela Figura 3.2 as versões 2.3, 2.3.1 são as mais utilizadas. Este gráfico dá uma perspectiva da divulgação das versões da norma.

A versão 2.x define as mensagens a trocar entre sistemas baseado num evento particular, sendo que as mensagens devem ser trocadas em ordem e código pré-estabelecidos. A norma define que informações são enviadas, qual o tipo de informação e qual o tamanho

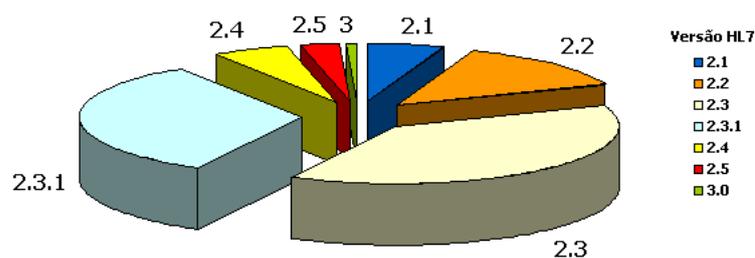


Figura 3.2: Utilização da Norma HL7 [2]

dos dados. Assim, ambos os sistemas (emissor e receptor) sabem que tipo de informação vão trocar, qual a ordem e qual o formato.

A versão 3 está assente num paradigma diferente tirando partido do formato XML - *Extensible Markup Language*[16]. Corrige alguns dos problemas existentes na versão 2 e oferece novas opções.

## 3.4 Health Level 7 - Versão 2.x

A versão 2.0 surgiu em 1988 e a esta seguiram-se uma série de actualizações (ver Tabela 3.1). Em 1994 o HL7 torna-se membro acreditado da ANSI e em 1997 é alargado de uma forma considerável o âmbito da sua aplicação proporcionando funcionalidades (já antes estabelecidas) para a troca de informação relativa aos dados administrativos do doente, contabilidade, observações clínicas e gestão de informação médica. Apesar de em 1998 ter sido introduzida a versão 2.3.1 e em 2000 a versão 2.4, a versão 2.3 continua a ser a mais utilizada, sendo actualmente válidas apenas a versão 2.3 ou superiores.

A unidade base para troca de informação entre os vários intervenientes é a mensagem. Existem diferentes tipos de mensagens com diferentes estruturas em função do contexto em que a mensagem irá ser trocada. Genericamente uma mensagem é constituída por segmentos, que por sua vez são constituídos por campos, sendo estes organizados em componentes.

### 3.4.1 Regras

A norma HL7 define o formato segundo o qual os dados devem ser encapsulados, através da definição de mensagens, segmentos, campos e descreve quais os caracteres usados para delimitar os vários segmentos de uma mensagem. A norma especifica ainda quais os ti-

pos de mensagens a serem trocadas entre os diversos intervenientes, sejam eles hospitais, clínicas, companhias de seguros, farmácias, ou outros. As mensagens podem conter dados administrativos, dados relacionados com exames, observações clínicas, contabilidade, seguros, exames de imagem, dados de enfermagem, prescrições, arquivos, entre outros.

A norma HL7 especifica 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 administrativos do doente devem ser difundidos, então, quando se dá a admissão do doente, é enviada uma mensagem com essa informação a todos os interessados (são as chamadas mensagens não solicitadas –*unsolicited message*).

Os procedimentos entre aplicações estão bem definidos para serem executados quando certos erros ocorrem. Se a transmissão dos dados foi efectuada correctamente, então uma mensagem de confirmação (ACK-AA *ACKnowledgment - Application Accepted*) é enviada. Se uma aplicação não recebe os dados que esperava deve comunicar esse facto à aplicação emissora através de uma mensagem de erro (ACK-AE *ACKnowledgment - Application Error*) ou (ACK-AR *ACKnowledgment - Application Rejected*).

A comunicação entre dois sistemas é iniciada quando o emissor envia uma mensagem ao receptor de forma a solicitar alguma informação. A Figura 3.3 mostra uma situação em que o emissor (Sistema A) faz um pedido ao receptor (Sistema B) para que este lhe envie informação acerca de um determinado doente. Face a esta solicitação, o receptor assume o papel de emissor e responde ao pedido com o envio de uma mensagem com os dados requeridos.

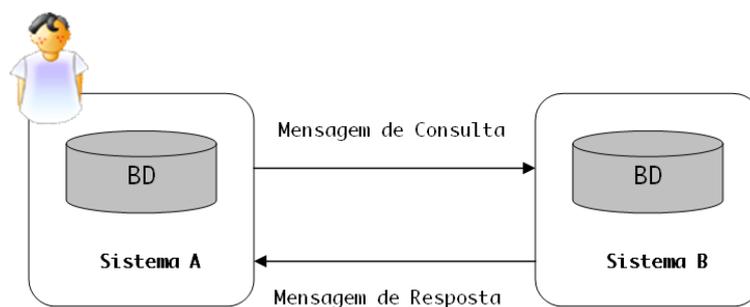


Figura 3.3: Mensagem de consulta e respectiva resposta.

A troca de informação entre dois sistemas designa-se por “evento”. Supondo, por exemplo, que um doente é admitido num Hospital e os seus dados administrativos (Número de Processo, Nome, Filiação, etc) são registados no sistema central, o evento (*event trigger*) “admissão de doente” permite iniciar a troca de informação entre os diversos sistemas do hospital. Os dados podem por exemplo, ser enviados para uma unidade de cuidados

intensivos. Veja-se a Figura 3.4 e suponha-se que o “Sistema A” corresponde ao sistema central e o “Sistema B” à Unidade de Cuidados Intensivos. Após a recepção dos dados pelo sistema B, este confirma a recepção enviando uma nova mensagem designada por ACK (*ACKnowledgment*).

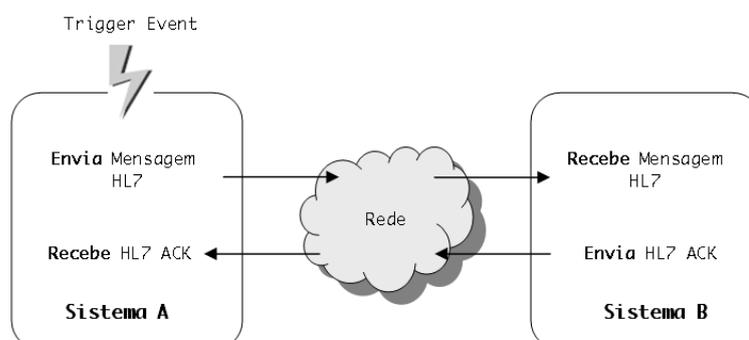


Figura 3.4: Troca de informação

Como podemos ver pelas Figuras 3.3 e 3.4, o envio de uma *mensagem* dá origem a um de dois tipos de *respostas*: uma mensagem com os dados solicitados ou então uma resposta de confirmação. Pode-se também dar a situação em que o envio de informação por parte de um dos intervenientes ocorre, sem contudo esta lhe ter sido solicitada previamente (*Unsolicited*) de uma forma explícita. Seja qual for a situação, uma mensagem pode surgir de duas formas diferentes: a uma resposta ou a um evento que desencadeia uma mensagem (não solicitada).

A Figura 3.5 mostra a situação em que ocorre a transmissão de informação sem que esta tenha sido solicitada.

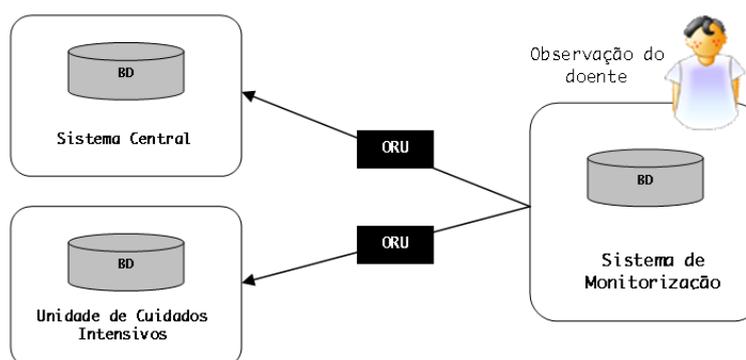


Figura 3.5: Evento observação de um doente

É o caso, por exemplo, de um doente que está a ser monitorizado por um aparelho de monitorização e cujos dados são enviados a intervalos constantes de tempo a outros sistemas. A recolha de dados pelo sistema de monitorização desencadeia uma transmissão de

informação, neste caso uma mensagem específica *Observation Result Unsolicited* (ORU).

Na resposta à mensagem ORU podem ser enviadas mensagens de confirmação de forma a assinalar a recepção da mensagem inicial (accept ACK) ou, caso isso não aconteça, a assinalar a recepção deficiente, como mostra a Figura 3.6.

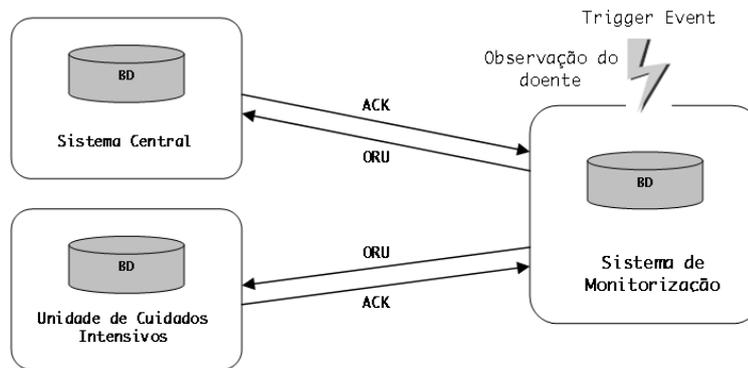


Figura 3.6: Confirmação da recepção de uma mensagem.

### 3.4.2 Constituição da Mensagem

Uma mensagem corresponde a uma unidade atómica de dados que se transfere entre sistemas. É constituída por um grupo de segmentos numa sequência bem definida e é delimitada por um início de bloco, carácter Hex0b, e por um fim de bloco, o carácter Hex1c seguido de Hex0d (carriage return <cr>).

```
<Hex 0b>
<HL7 Message segments>
<Hex 1c><cr>
```

Um grupo pode ser constituído por um só segmento ou por grupos de segmentos. Um segmento contém dados relevantes para um uso específico. Por exemplo, a identificação de um doente está contida num segmento, enquanto que a descrição de alergias está especificada num outro segmento. Cada segmento é composto por campos relativos a dados. Cada campo pode conter um ou mais componentes e estes sub-componentes.

A Figura 3.7 mostra esquematicamente a estrutura de uma mensagem HL7.

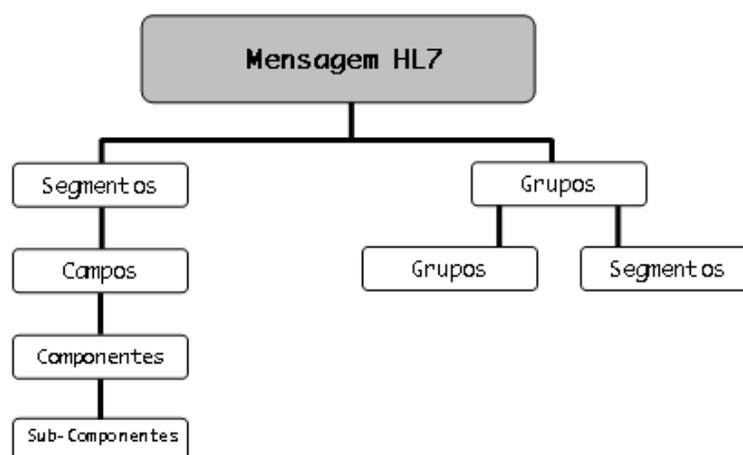


Figura 3.7: Estrutura de uma mensagem HL7

## Segmento

Um segmento é um agrupamento lógico de campos e tem um nome que o identifica. A sua especificação pode ou não ser obrigatória (*R-Required* e *O-Optional*) e pode ser repetido o número de vezes que for necessário. É identificado por um conjunto de três caracteres que por isso são designados identificador do segmento. Um exemplo de um tipo de segmento pode ser MSH (*Message Header*), EVN (*Event Type*) correspondente a eventos, PID (*Patient Identification*). Contudo, os utilizadores podem definir os seus próprios segmentos devendo para o efeito utilizar o carácter “Z”.

A Figura 3.8 mostra um exemplo de uma mensagem ADT (Admissão, Alta, Transferência) de um doente constituída pelos segmentos: MSH-Message Header Segment, EVN-Event Type, PID-Patient Identification e PV1-Patient Visit Information.

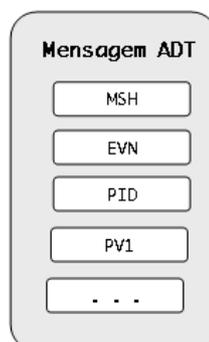


Figura 3.8: Exemplo dos segmentos de uma mensagem ADT

## Campo

A informação própria de um doente é definida nos campos que constituem cada um dos segmentos, como ilustra a Figura 3.9.



Figura 3.9: Campos num segmento

Um campo é um conjunto de caracteres onde o nulo é um valor possível. A representação de um campo a nulo tem um significado diferente da omissão do campo. Sempre que um campo não tem alteração de valores omite-se. Se o campo tem valor nulo representa-se o campo a vazio.

Os campos têm comprimento variável e encontram-se separados entre si pelo carácter “|”. São constituídos por cadeias de caracteres.

Os campos são de um de três tipos:

- Os que estão definidos internamente na norma;
- Os que estão definidos em Tabelas de vocabulários universais tais como SNOMED, ICD9, LOINC, entre outros;
- Os que são definidos pelo próprio utilizador, onde são utilizados segmentos iniciados por “Z\_ \_”.

A Tabela 3.2, correspondente à (Table#125) da norma e especifica os tipos de dados possíveis para esses campos.

<b>ST</b>	String	<b>XPN</b>	Person Name
<b>TX</b>	Text	<b>XAD</b>	Address
<b>FT</b>	Formatted Text	<b>XTN</b>	Telephone Number
<b>NM</b>	Numeric	<b>ID</b>	Coded Value (HL7 table)
<b>DT</b>	Date	<b>IS</b>	Coded Value (user defined)
<b>TM</b>	Time	<b>CM</b>	Composite
<b>TS</b>	Time Stamp	<b>CN</b>	ID and Name
<b>PL</b>	Person Location	<b>CQ</b>	Quantity and Units

Tabela 3.2: Tipos de dados na Norma

Cada um dos tipos de dados poderá ainda ser limitado a um determinado valor. Por exemplo, o sexo, será restringido a um dos seguintes valores: F - Feminino, M - Masculino, H - Hermafrodita, T - Transexual e U - Desconhecido. Um tipo de dados poderá ainda ter uma estrutura bem definida, como é o caso das datas.

Quando os campos são constituídos por um único componente diz-se que são constituídos por um tipo de dados simples. No entanto um campo pode incluir vários componentes, por exemplo o nome de um doente que contém o nome próprio e apelido. Neste caso fala-se em campo composto ou complexo, constituídos por vários componentes.

## Componente

Os campos constituídos por vários componentes, são delimitados pelo carácter “^”. Um exemplo de campo composto é o nome de um doente que pode ser constituído pelo nome próprio e pelo apelido: Pereira^Joaquim. Existem casos em que se pode definir o tipo de campo com base na norma. Por exemplo um campo do tipo CQ identifica a unidade e a quantidade e o tipo CN combina a identificação e o nome do doente.

Uma instituição, por exemplo, poderá ser identificada por três componentes: um nome, um número de identificação e um número identificador do tipo de instituição, no formato < namespace ID (IS)>^< universal ID (ST)>^< universal ID type (ID)> que instância para PHILIPS^43645645^PHL.

A norma possui Tabelas onde se podem consultar estes tipos de campos compostos.

## Sub-componente

O carácter “&” é usado como separador de sub-componentes. O exemplo que se segue considera a existência de três componentes dentro de um mesmo campo.

```
10543^^^^ Hospital Pedro Hispano & 12A432345 & HPH
                Comp 1                Comp 2    Comp 3
```

Caso se pretenda a repetição de um determinado componente, utiliza-se o carácter “~”.

Assim, vemos que uma mensagem é composta por segmentos que por sua vez são constituídos por campos e estes sub-divididos em componentes.

A Figura 3.10 exemplifica uma mensagem do tipo AO1 onde se pode ver a relação entre segmento, campo e componente.

## Separadores

Como vimos atrás, as mensagens são constituídas por segmentos, campo e componentes. Estas secções são separadas por caracteres específicos que permitem uma leitura

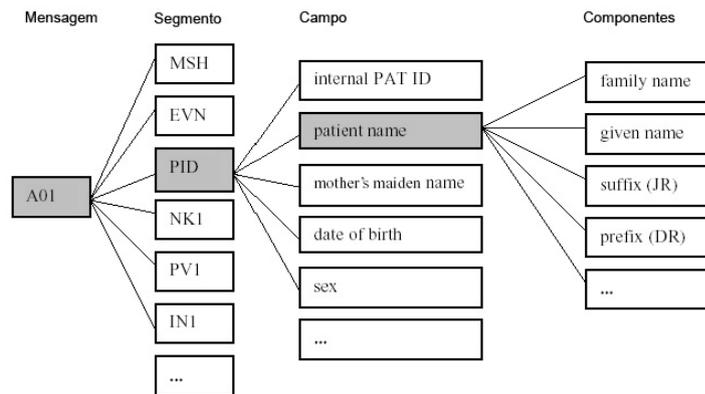


Figura 3.10: Esquema de uma Mensagem

estruturada. Esses caracteres estão especificados a seguir:

- Separador de Campos “|”
- Separador de Componentes “^ ”
- Separador de subcomponentes “& ”
- Separador para repetições “~ ”
- Carácter Escape “\ ”

À exceção do separador de campos “|” todos os outros podem ser redefinidos. Como tal, é dada essa informação no cabeçalho da mensagem MSH através da especificação dos cinco caracteres que servem de separadores.

MSH|^~\&|...<cr>

### Opcionalidade dos Segmentos

A estrutura de uma mensagem em HL7 depende dos segmentos que a constituem. Estes, podem ter uma de três ocorrências: obrigatório, opcional ou repetido. No caso de um segmento ser opcional, utilizam-se parêntesis rectos e caso se trate de um segmento que se possa repetir utiliza-se a notação { }.

Vejamos por exemplo a seguinte notação:

- [AL1], significa que o segmento relacionado com alergias é opcional;

- {AL1}, significa que o segmento das alergias pode ser repetido se for necessário;
- [{AL1}], significa que o segmento das alergias é opcional e que também pode ser repetido.

A Tabela 3.3 exemplifica a estrutura de uma mensagem do tipo ADT onde se pode ver a opcionalidade dos seus segmentos.

Mensagem ADT	
<b>MSH</b>	Message Header
EVN	Event Type
PID	Patient Identification
PV1	Patient Visit
[OBX]	Observation / Result
[AL1]	Patient Allergy Information
[DG1]	Diagnosis Information

Tabela 3.3: Mensagem ADT

As descrições exactas de um **segmento** e dos seus atributos encontram-se definidos em diversas Tabelas de segmentos existente na norma e que podem ser consultados *online*.

Para cada Tabela de segmentos é especificado uma série de atributos indispensáveis para uma boa leitura da mesma: a posição de cada campo, o comprimento, o tipo, a obrigatoriedade, o número de repetições possíveis, os links para outras Tabelas e a descrição do campo.

Os **campos** (simples ou compostos) que constituem os segmentos, têm também uma série de Tabelas com possíveis valores. É, por exemplo, o caso do estado civil onde são definidos os estados possíveis (A - Separado, D - Divorciado, etc) ou o exemplo de um campo composto é o campo do tipo XAD (*eXtended Address*), que é composto por 11 componentes.

### 3.4.3 Tipos de Mensagens

A norma HL7 especifica diferentes tipos de mensagens. A Tabela 3.3 mostra uma mensagem relativa à admissão de doentes (ADT), composta pelos segmentos MSH, EVN, PID e PV1. As mensagens são agrupadas de acordo com a sua finalidade, sendo que os quatro tipos de mensagens mais importantes são:

- **Gestão de doentes** ou ADT(*Admissions, Discharges, Transfers*) - Relativas à admissão, alta e transferência do doente; Existem mais de 50 variedades distintas e

estas são, regra geral, desencadeadas sem uma consulta prévia explícita (*unsolicited messages*).

- **Pedidos/Consulta** - Utilizadas para obter determinada informação. Um pedido consiste numa solicitação de informação específica de um doente.
- **Resultados/Observações** - Esta mensagem resulta de uma resposta a uma mensagem do tipo Pedido/Consulta. A sua função é permitir a transmissão de informação de laboratórios e de observações clínicas;
- **Outras** - Relativas a outro tipo de informação, como contabilística e financeira, experiências clínicas, etc.

A Tabela 3.4 mostra alguns dos tipos de mensagens mais comuns.

Nome	Descrição	Nome	Descrição
<b>ACK</b>	General acknowledgment	<b>RDE</b>	Pharmacy encoded order msg
<b>ADT</b>	ADT Message	<b>RDR</b>	Pharmacy dispense info
<b>ARD</b>	Ancillary report	<b>RDS</b>	Pharmacy dispense message
<b>DFT</b>	Detail financial transaction	<b>RGR</b>	Pharmacy dose message
<b>DSR</b>	Display response	<b>RER</b>	Pharmacy encoded order info
<b>MCF</b>	Delayed acknowledgment	<b>ROR</b>	Pharmacy prescript order resp
<b>ORF</b>	Observation result	<b>RAA</b>	Pharmacy admin acknowledge
<b>ORM</b>	Order message	<b>RRA</b>	Pharmacy dispense acknowledge
<b>ORR</b>	Order acknowledgment msg	<b>RRE</b>	Pharmacy encoded order ack
<b>ORU</b>	Observ result/unsolicited	<b>RRG</b>	Pharmacy give acknowledge
<b>OSQ</b>	Order status query	<b>QRY</b>	Query
<b>RAR</b>	Pharmacy admin info	<b>UDM</b>	Unsolicited display message
<b>RAS</b>	Pharmacy Admin Message	...	...h

Tabela 3.4: Tipos de Mensagens

### 3.4.3.1 Mensagens ADT - Gestão de doentes

A mensagem do tipo ADT é específica para transmitir informação relativa à admissão, transferência e alta de um doente. Dependendo do tipo de evento (*trigger event*) é possível distinguir vários tipos de mensagens. Por exemplo o evento A01 é usado na admissão e o A02 na sua transferência.

A Tabela 3.5 mostra alguns dos eventos da mensagem ADT. Estes eventos estão representados na norma e podem ser consultados.

Veja-se um exemplo de uma mensagem ADT-A01. Este evento(A01) está relacionado com a admissão do doente e surge fruto de um pedido *unsolicited*. Esta mensagem (ADT), quando surge, é difundida para todos os sistemas envolvidos.

Evento	Descrição
A01	Admit a patient
A02	Transfer a patient
A03	Discharge/End Visit
A04	Register an Outpatient/ER Patient
A05	Pre-admit a patient
A06	Change an Outpatient to an Inpatient
A07	Change an Inpatient to an Outpatient
A08	Update Patient Information
A09	Patient Departing
A10	Patient Arriving
A11	Cancel Admission
...	...

Tabela 3.5: Tipos de Eventos da mensagem ADT

A Figura 3.11 é o exemplo de um excerto de uma mensagem de envio de informação relativa à admissão do doente “Pedro Ferreira”, proveniente do sistema de admissão e dirigida ao laboratório. Da mensagem fazem parte os segmentos: cabeçalho (MSH), tipo de evento (EVN), identificação do doente (PID) e informação da visita do doente (PV1).

```
MSH|^~\&|ADT1|MCM|LABADT|MCM|200610021223||ADT^A01||P|2.3
EVN|A01|200610021223
PID|||PATID1234^5^M11||FERREIRA^PEDRO^A^III||19730412|M||C|09 N ELM
RUA^^SÃO JOÃO BOSCO^N^13||225322343|966423184|||
PATID123456^2^M10|123456789|
PV1|1|I|2000^2012^01|||004777^GRANJA^CRISTINA|||ADM|AO
```

Figura 3.11: Exemplo de excerto de Mensagem ADT-A01

### 3.4.3.2 Mensagens de Pedidos/Consultas

#### Mensagens RQI

As mensagens para efectuar pedidos ou consultas de informação, são as RQI (*Request for Patient Information*). São utilizadas sempre que um sistema pretende obter informação sobre um doente de um outro sistema. Uma mensagem RQI pode, por exemplo, ser utilizada para efectuar um pedido de análises a um laboratório. Na Tabela 3.6 está descrita a estrutura deste tipo de mensagem e a Figura 3.12 é um excerto de uma mensagem RQI onde se pede informações sobre o doente PATID1234.

Mensagem RQI	
MSH	Message Header
QRD	Query definition segment
QRF	Query filter
PRD	Provider id
[PID]	Patient identification

Tabela 3.6: Estrutura da Mensagem RQI

```
MSH|^~\&|CDB||EKG|||QRY^R02|CDB22222|P
QRD|198904180943|R|I|Q4412||10|PATID1234|0123456-1|RES
QRF|EKG
```

Figura 3.12: Exemplo de excerto de Mensagem RQI

## Mensagens RDE

Outro exemplo de uma mensagem do tipo pedido é a RDE - *Pharmacy Encoded Message* e é usada pela farmácia para pedir informações a outros sectores do hospital. A Tabela 3.7 contém a estrutura deste tipo de mensagem e a Figura 3.13 é um excerto de uma mensagem RDE.

Mensagem RDE	
<b>MSH</b>	Message Header
PID	Patient identification
[AL1]	Allergy
PV1	Patient Visit
ORC	Common order
RXE	Pharmacy Encoded Order
RXR	Pharmacy Order Route
[RXC]	Pharmacy Order Component

Tabela 3.7: Estrutura da Mensagem RDE

```
MSH|. . .
PID|. . .
ORC|RE|2045^OE|124^PH||E|^C^200610001030^200610001100^^TM30^|2045&OE
^123&PH|||||
RXR|IV|LA|IV-SET01^^L|
RXC|B|IVDEX05^D5W WITH 1/2 NS^L|1|L
RXC|A|CHEM_KCL^KCL^L|20|MEQ
```

Figura 3.13: Exemplo de excerto de Mensagem RDE

### 3.4.3.3 Mensagens de Resultados/Observações

#### Mensagem ACK

As mensagens mais utilizadas são as de confirmação ACK - *ACKnowledgment*. Servem para informar o emissor do estado de chegada da mensagem. A sua constituição está descrita na Tabela 3.8, onde o segmento MSA permite especificar num dos seus campos a confirmação/erro gerada com um dos seguintes valores: AA-*Application Accepted*, AE-*Application Error*, AR-*Application Rejected*.

O excerto seguinte ilustra uma mensagem do tipo ACK.

```
MSH|^~\&|DMCRES||FIXIT!||199508130300||ACK^R01|DMCRES950813030038000|P|2.3||NE
MSA|AA|LABGL1199508130259001
```

Mensagem ACK	
<b>MSH</b>	Message Header
MSA	Message acknowledgment

Tabela 3.8: Estrutura da Mensagem ACK

### Mensagem RPI

Outro tipo de mensagens muito utilizadas são as RPI - *Response for Patient Information Message* (ver Tabela 3.9). Estas são utilizadas como resposta a pedidos das mensagens do tipo RQI. Este tipo de mensagens inclui um segmento OBR - *Observation Segments*, podendo este último dar origem a vários segmentos OBX - *Observation/Result*. Note-se que o segmento OBR é genérico e pode incorporar uma série de observações individuais que estão descritas nos segmentos OBX. Estes, são constituídos por um identificador, descrição, valor de origem e unidades de medida, entre outros.

Mensagem RPI	
<b>MSH</b>	Message Header
MSA	Query definition segment
[QRD]	Query filter
[PRD]	Provider id
PID	Patient identification
PRB	Problem
RXE	Medication
ALI	Allergy
PV1	patient visit
OBR	observation (note) header
OBX1	observation text contents

Tabela 3.9: Estrutura da Mensagem RPI

A Figura 3.14 ilustra a situação em que é enviada uma mensagem RPI como resposta a uma consulta. A mensagem contém dois segmentos OBX que indicam que o doente sofre de uma *atrial fibrillation* (primeira observação) e de uma *ST depression* (segunda observação).

```
MSH|^~\&|EKG||CDB||||RPI^R04|X981672|P
MSA|AA|CDB22222
QRD|200611141000|R||Q4412|||10|PATID1234|0123456-1|RES
OBR||||93000^EKG REPORT||||200610011000
OBX|1|CE|8601-7^EKG IMPRESSION:~LN|1|^ATRIAL FIBRILATION|||||F
OBX|2|CE|8601-7^EKG IMPRESSION:~LN|2|^ST DEPRESSION|||||F
```

Figura 3.14: Exemplo de excerto de Mensagem RPI

### Mensagem ORU

Ao contrário das mensagens RPI que resultam de uma consulta prévia, as mensagens ORU- *Unsolicited Observation Results* podem desencadear-se sem existir essa consulta (*unsolicited*). A mensagem ORU, representada na Tabela 3.10, é um exemplo de uma mensagem de resultados/observações.

Mensagem ORU	
<b>MSH</b>	Message Header
<b>PID</b>	Patient Identification
<b>PV1</b>	Patient Visit
<b>ORC</b>	Order Common
<b>OBR</b>	Observations Report ID
<b>[NTE]</b>	Notes and Comments
<b>OBX</b>	Observation/Result

Tabela 3.10: Estrutura da Mensagem ORU

A Figura 3.15 é o exemplo de um excerto de uma mensagem enviada de uma central de monitorização com os dados de sinais vitais do doente “Joaquim Pereira”.

```
MSH|^~\&|||||ORU^R01|HP114004629034|P|2.3|||||8859/1|
PID|||54321||Pereira^Joaquim|
PV1||I|^CAMA1&1|
OBR|||||20060215233130|
OBX||NM|89^PNIs^SDN|0|120|mmHg|||||APERIODIC||
OBX||NM|90^PNId^SDN|0|80|mmHg|||||APERIODIC||
OBX||NM|91^PNIm^SDN|0|90|mmHg|||||APERIODIC||
OBX||ST|144^EstEct^SDN|0|''''|
OBX||ST|140^EstRit^SDN|0|Ritmo estimulado|
OBX||NM|188^SpO2^SDN|0|95||
OBX||NM|92^Resp^SDN|0|15|rpm|
OBX||NM|40^FC^SDN|0|60|bpm|
OBX||NM|136^EsV^SDN|0|0|bpm|
OBX||NM|44^Pulso^SDN|0|60|bpm|
OBX||NM|100^T1^SDN|0|37.0|C|
```

Figura 3.15: Exemplo de excerto de Mensagem ORU

### 3.4.3.4 Outras Mensagens

Dos restantes tipos de mensagens englobam-se as referentes a dados financeiros, administrativos, contabilísticos, entre outros. A estrutura de uma mensagem com dados financeiros (DFTDetailed - *Financial Transaction*) está descrita na Tabela 3.11 e serve para enviar informação financeira a, por exemplo, uma companhia de seguros.

Mensagem DFTDetailed	
<b>MSH</b>	Message Header
<b>EVN</b>	Event Type
<b>PID</b>	Patient Identification
<b>PV1</b>	Patient Visit
<b>[FT1]</b>	Financial Transaction

Tabela 3.11: Estrutura da Mensagem DFTDetailed

### 3.4.4 Tipos de Segmentos

A quantidade de segmentos que a norma define é grande e as possibilidades de combinações entre eles permitem distinguir as diferentes mensagens. Como já referido, cada segmento é composto por um código de 3 caracteres que, sendo único, é o identificador do mesmo. A Tabela 3.12 mostra alguns dos segmentos utilizados na norma HL7. A constituição destes pode ser consultada *online*. Contudo, é descrito a seguir o segmento mais utilizado na norma: MSH.

Nome	Descrição	Nome	Descrição
ACC	accident	AL1	alegry info
BLG	billing	DG1	diagnosis
DSP	display data	ERR	error
QRF	query filter	RQ1	requisition detail - 1
AL1	alegry info	RQD	requisition detail
RDE	Pharmacy encoded order msg	RXA	pharmacy administration
RXC	pharmacy component order	RXD	pharmacy dispense
RXE	pharmacy encoded order	RXG	pharmacy give segment
RXO	pharmacy prescription order	RXR	pharmacy
DG1	diagnosis	MRG	merge patient info
MSA	message acknowledgment	ORC	common order segment
ERR	error	PID	patient identification
EVN	event type	PR1	procedures
PRA	practitioner details	FT1	financial transaction
OBR	observation request	PV1	patient visit
OBX	observation	PV2	patient visit - additional info
QRD	query definition		
...	...	...	...

Tabela 3.12: Exemplos de Segmentos

#### Segmento MSH

O segmento MSH (Cabeçalho da mensagem) é sempre o primeiro dos segmentos. A Tabela 3.13 descreve os campos que o constituem:

A Figura 3.16 é um segmento MSH, à qual se segue a descrição de cada um dos campos.

```
MSH|^~\&||PHILIPS^47P8712081^PHL|INTENSIVECARE|EM|200610101000||ORU^R01||P|2.3|<cr>
```

Figura 3.16: Exemplo de um segmento MSH

1. **Field Separator** - Contém o carácter separador dos campos. Regra geral é utilizado o carácter “|”;
2. **Encoding characters** - Campo que especifica os separadores de componentes, repetição, escape e de sub-componentes. Neste caso é utilizada a sequência |^~\&;

Campos do Segmento MSH						
Seq	Len	Dt	Opt	RP#	#Table	Field Name
0	3		R			Segment ID = "MSH"
1	1	ST	R			Field Separator
2	4	ST	R			Encoding Characters
3	20	HD	R			Sending Application
4	20	HD	R			Sending Facility
5	20	HD	R			Receiving Application
6	20	HD	R			Receiving Facility
7	14	TS	R			Date/Time Of Message
8	40	ST	O			Security
9	7	CM	R		0076 / 0003	Message Type
10	20	ST	O			Message Control ID
11	3	PT	R		0103	Processing ID
12	8	ID	R		0104	Version ID
13	15	NM	O			Sequence Number
14	180	ST	O			Continuation Pointer
15	2	ID	O		0155	Accept Acknowledgment Type
16	2	ID	O		0155	Application Ack. Type
17	2	ID	O			Country Code
18	6	ID	O	Y/3	0211	Character Set
19	60	CE	O			Principal Language Message

Tabela 3.13: Campos do Segmento MSH

3. **Sending application** - Campo opcional. Identifica o emissor da mensagem;
4. **Sending Facility** - Campo identificador da origem da mensagem;
5. **Receiving application** - Identifica o receptor da mensagem;
6. **Receiving Facility** - Campo opcional. Identifica o destinatário da mensagem;
7. **Date/time of Message** - Identificação da data em que a mensagem foi criada no formato YYYYMMDDHHMM[SS];
8. **Security** - Campo opcional;
9. **Message Type: #0076, #0003** - Campo composto que identifica a mensagem e o evento associado;
10. **Message Control ID** - Campo opcional. Possibilita a identificação de uma mensagem de uma forma unívoca.
11. **Processing ID, #0111** - Identifica o tipo de processamento: P (Production), D (Debugging), T (Training);
12. **Version ID, #0104** - Versão da norma HL7. |2.3 |;

Os restantes campos são opcionais.

## 3.5 Health Level 7 - Versão 3

A versão 2.x permite apenas um formato baseado em caracteres e obriga a um processo de integração complexo e moroso fruto de demasiadas opções, originando muitas vezes interpretações distintas. A falta de suporte às novas tecnologias, como é o caso da web, orientação a objectos, XML ou mesma a falta de segurança, levou à criação de uma nova versão. A adaptação ao XML chegou a ser tentada mas o desenvolvimento de uma nova versão tornou-se uma imposição.

Apesar do sucesso que as versões anteriores conseguiram, a organização HL7 verificou que era necessário adoptar uma nova metodologia. A especificidade de necessidades entre instituições era tanta que obrigava a criar uma quantidade de opções incontroláveis dentro da versão 2.x.

O desenvolvimento da versão 3 teve como principais objectivos tornar o processo de desenvolvimento simples e com um número reduzido de opções, garantir o máximo de internacionalização e com custos de implementação baixos, mas acompanhando sempre os progressos tecnológicos. A compatibilidade com a versão 2.x não foi esquecida, obrigando a que todas os conteúdos cobertos pela versão anterior sejam também contemplados.

A versão 3 começou a ser elaborada em 1996 e desde então tem tido evoluções para acompanhar as necessidades dos utilizadores. A maior diferença relativamente à versão 2.x é a facilidade de adaptação. A curva de aprendizagem é mais longa, mas a morosidade da sua implementação é mais reduzida.

A versão 3 assenta num modelo orientado a objectos, que se designa por *Reference Information Model* (RIM), e que proporciona uma visão mais clara da informação que circula entre os diferentes intervenientes.

As mensagens passam a ser construídas com base numa estrutura XML em vez de formato carácter, sendo baseadas em modelos de referência (casos de estudo), desenvolvidos a partir de métodos rigorosos e incorporando mensagens com muito poucas opções [49].

A modelação de objectos é fundamental para o modo como a versão 3 representa os dados e as suas associações. Na sua metodologia é utilizada a linguagem *Unified Modeling Language* (UML) para representar as mensagens a desenvolver.

### 3.5.1 Mensagens

As mensagens na versão 3 são mais complexas do que as da versão 2.x. A sua construção requer a utilização de vários modelos e especificações.

A versão 3 tem como base o RIM que define a estrutura dos dados utilizados no HL7. O RIM é refinado em função das necessidades de um determinado domínio chegando-se assim à construção de Domínios de Referência (*Domain Message Information Model* - D-MIM). Uma mensagem, ou grupo de mensagens relacionadas são depois obtidas através de um refinamento designados por *Refined Message Information Model* (R-MIM).

Cada conjunto de dados de uma mensagem contém um ou mais atributos que definem a sua estrutura. À semelhança dos modelos, também os tipo de dados ajudam na construção de mensagens. Cada mensagem contém um tipo de vocabulário específico que indica o tipo de códigos e valores a utilizar, dando assim significado às mensagens construídas.

Sendo as mensagens obtidas a partir de um refinamento, estas são construídas com o propósito de satisfazer um determinado evento e podem depois ser utilizadas para a construção de novos blocos de mensagens. Após a construção das mensagens, estas devem estar conforme um determinado perfil. Estes perfis especificam como uma mensagem deve ser implementada numa situação em particular. Esclarecem quais as opções a incluir, quais os códigos a utilizar e os atributos a preencher.

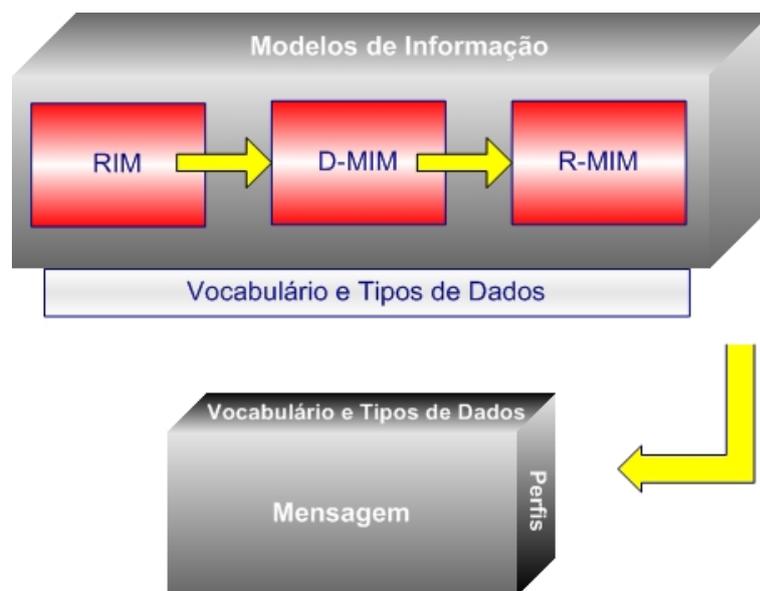


Figura 3.17: Mensagem V3

Como se pode verificar pela Figura 3.17, as mensagens na versão 3 são obtidas através

do refinamento de modelos. A criação de, por exemplo, uma mensagem para os resultados de um laboratório, obriga à especificação de um determinado vocabulário e dos tipos de dados a utilizar para que se obtenha uma mensagem específica de um determinado perfil que será utilizado para documentar os valores na construção da mensagem.

Após a especificação de um modelo de mensagem, é criado um *XML Schema*. Quando se afirma que uma mensagem contém um determinado vocabulário e é específica de um tipo de dados, isso quer dizer que utiliza *XML Schema* específicos desses vocabulários e desses tipos de dados.

Na prática, a criação de uma mensagem conforme a versão 3 significa que o sistema que a irá implementar terá que combinar *XML Schemas* resultantes da especificação dessa mesma mensagem: *XML Schema* dos blocos internos da mensagem, *XML Schema* de vocabulário, *XML Schema* de tipos de dados.

### 3.5.2 Reference Information Model

O HL7 Reference Information Model (RIM) é o modelo base a partir do qual todas as mensagens derivam. Para evitar que exista um grande número de classes no RIM, o HL7 define classes genéricas da informação com diferentes níveis. Estas classes podem depois ser refinadas no processo de desenvolvimento de mensagens para se conseguir a mensagem pretendida de uma área em particular. O RIM define cerca de 70 classes, todas elas baseadas em 6 classes genéricas base. Contempla todas as necessidades de uma instituição hospitalar, garantindo que as mensagens são consistentes e na prática utilizáveis pelas aplicações intervenientes. A Figura 4 (Anexo E), demonstra a complexidade deste modelo.

O RIM é visto como uma linguagem que especifica uma gramática para as mensagens, ou seja, os grandes blocos da linguagem e as suas relações. Não é um modelo de saúde embora seja específico para a saúde, e também não é nenhum modelo de mensagens embora seja utilizado para trocar mensagens.

#### Classes

O HL7 Versão 3 é um modelo de informação, onde é possível representar classes e associações entre elas. O conteúdo e estrutura das mensagens derivam do processo de refinamento destas classes e das suas associações.

O RIM utiliza um vocabulário específico assente em classes que são representações

abstractas de entidades ou eventos do mundo real. As 6 classes base são:

- Actos (**Act**) - Representam actos praticados entre entidades na área da saúde: qualquer coisa que aconteceu ou pode vir a acontecer;
- Entidades (**Entity**) - Representam algo de físico e que têm interesse na área da saúde: uma pessoa, uma organização, ...;
- Regras (**Role**) - Correspondem às regras a serem praticadas entre as entidades: responsabilidade de uma entidade, por exemplo.
- Participação (**Participation**) - Corresponde ao envolvimento de uma entidade num acto;
- Relação\_Acto(**Act\_Relationship**) - Representa a relação entre duas entidades, como por exemplo a relação entre uma prescrição e uma observação; e
- Ligação\_Regras (**Role\_Link**) - Representa a relação entre duas regras;

Cada uma destas classes tem um conjunto de itens associados que estão separados em diferentes categorias chamada atributos. As restantes classes do RIM são especializações definidas com base nestas classes. Cada uma destas especializações pode conter os seus próprios atributos além dos definidos na classe base.

Por exemplo: “Pessoa” pode ser uma especialização da classe “Ser Vivo” e contém os atributos “endereço”, “morada” e “telefone”.

## Associações

As associações descrevem relações lógicas entre classes. Podem ser definidas associações entre classes diferentes ou entre duas instâncias de uma mesma classe.

As associações no HL7 RIM são representadas graficamente por linhas. Cada ponta de uma associação liga com uma e uma só classe. Cada uma das pontas da associação contém uma propriedade que especifica o número mínimo e o máximo de instâncias da classe conectada. Esta propriedade é chamada cardinalidade ou multiplicidade e é representada por números que especificam o mínimo e o máximo separados por pontos. O segundo número poderá ser substituído pelo símbolo “\*” que significa a inexistência de limite superior.

A base das classes do RIM e as suas associações são definidas como sendo o seu “*backbone*”. No diagrama da Figura 3.18 está representado o *RIM Backbone* que ilustra as 8 relações existentes entre as 6 classe base.

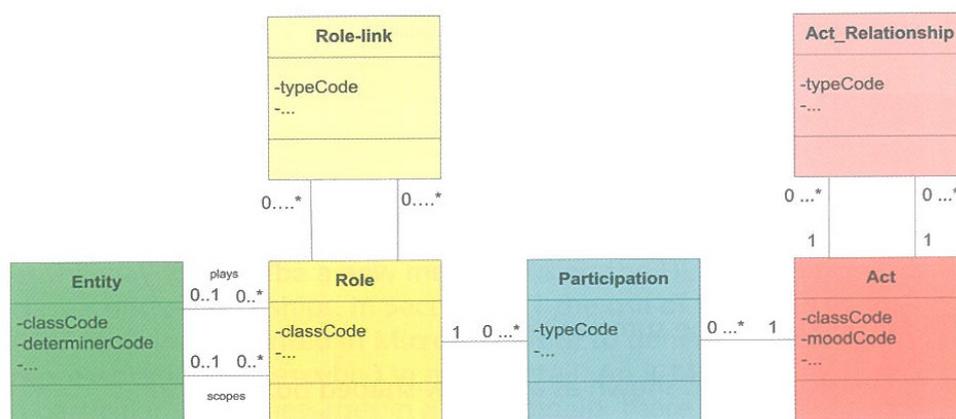


Figura 3.18: Backbone do RIM [3]

A utilização dos caracteres “...” indica atributos e classes especializadas, que foram omitidas para simplificar o diagrama. Cada classe tem o que se chama atributos estruturados.

Seguindo a convenção do UML, a cardinalidade está visível nas linhas de associações entre duas classes, por exemplo: para a “role” e “participation” a cardinalidade é de 1 o que indica que uma “participation” se relaciona com uma só “role”, enquanto que a cardinalidade “0..\*” indica que um “role” se pode relacionar 0 ou mais vezes com entidades “participation”.

### 3.5.3 Modelos de Representação de D-MIMs, R-MIMs e HMDs

O processo de refinamento a partir do RIM para domínios e modelos de informação (D-MIMs e R-MIMs) leva à especificação de mensagens com um detalhe tal que por vezes a interpretação dos diagramas se pode tornar difícil. Por esta razão, a HL7 utiliza uma alternativa gráfica de representação. As grandes diferenças baseiam-se no modo de representação das associações que envolvam as classes “Participation”, “Act\_Relationship” e “Role\_Link”. Esta simplificação é possível porque as associações que envolvem estas classes têm sempre uma cardinalidade de (1..1).

Nenhum dos conceitos originais da implementação do UML são perdidos e o diagrama resultante pode ser transformado num diagrama UML na sua forma original.

A representação do estilo R-MIM é apresentada na Figura 3.19. As alterações ao esquema inicial resumem-se a :

- uma participação é identificada com um rectângulo (com seta);
- as ligações entre papeis (Role\_Link) e os actos (Act\_Relationship) surgem sobreposto à *Role* e *Act* respectivo;
- para descrever as associações entre actos (*ACT*) é acrescentado texto extra à fonte e ao destino (emissor / receptor);
- a relação entre acto (*ACT*) e funções (*ROLE*) passam a ser definidos como “papel de” (*playedRole*) e “função de” (*scopedRole*) em vez de *plays*.

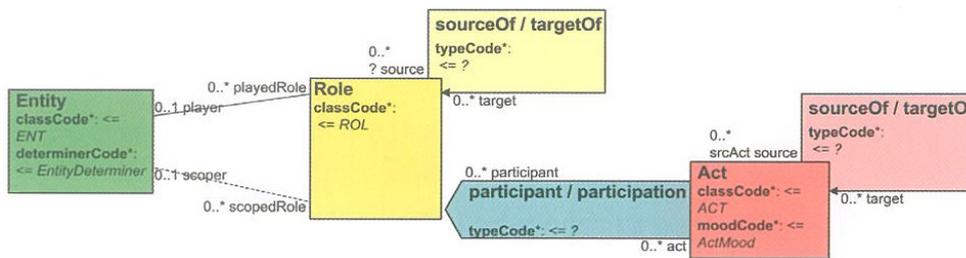


Figura 3.19: R-MIM [3]

## D-MIM

Um *Domain Message Information Model* (D-MIM) é um subconjunto do RIM que inclui um conjunto de classe (clones), atributos e relacionamentos que são usados para criar mensagens num domínio em particular. Por exemplo, as classes que são utilizadas pelas aplicações de registos clínicos são diferente das usados pelo domínio da prescrição médica. Os D-MIMs para estes dois domínios são diferente, embora ambos tenham derivado do RIM.

O objectivo de um D-MIM é definir o ponto em comum de referência e demonstrar e validar a compatibilidade de R-MIMS num mesmo domínio.

## R-MIM

Os *Refined Message Information Model* - R-MIMS referem-se a um conjunto particular de mensagens num determinado domínio, não sendo necessário criar um R-MIM para todas as mensagens que se pretendam

A Figura 3.20 exemplifica um modelo R-MIM do D-MIM “Prescription”. Este modelo representa a prescrição para um determinado doente efectuada por um prescriptor.

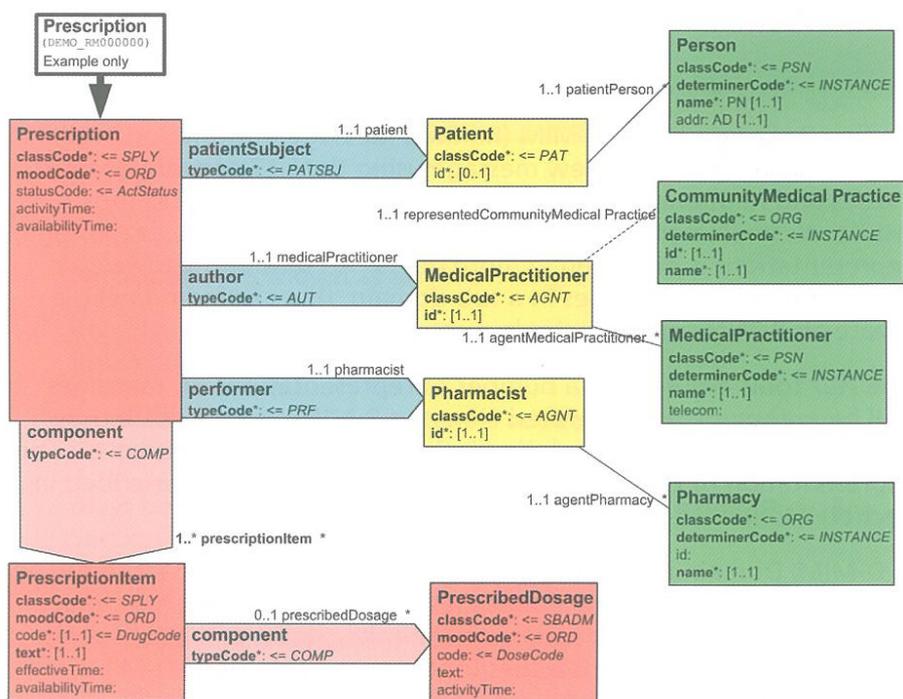


Figura 3.20: Exemplo de um R-MIM [3]

Um R-MIM define mensagens relativamente a um conjunto de classes e às suas relações. Para gerar a especificação de uma mensagem a partir de um R-MIM, as suas classes e relações devem ser definidas numa ordem específica.

O processo de geração de mensagens requer que seja indicado o ponto de partida para a construção da mesma. É chamado o ponto de entrada (**Entry Point**) do R-MIM. A classe que contém o ponto de entrada é chamada **Root Class**. Na Figura 3.20 o ponto de entrada corresponde à caixa branca “Prescription”.

Na modelação de objectos existem dois tipos de **especializações**. A primeira, toma como base uma classe e estende-a de forma a obter um determinado propósito. Este é o tipo de especialização utilizado pelo RIM. Por exemplo, uma classe genérica “Pessoa” é especializada em “Médico”, “Doente”, etc. Em UML a especialização de uma classe herda as características da original, a não ser que o contrário seja definido. Este tipo de derivação de classes é chamada de **herança**. O segundo tipo de especialização toma como base uma classe e restringe-a a uma nova classe limitando-a em termos de opções ou atributos e relações. Este tipo de especialização ocorre quando se efectua o processo de refinamento de um R-MIM. Estes tipos de restrições são definidos pela norma e podem

ser consultados online.

Todas as classes de um R-MIM são referenciadas como sendo clones de classes para indicar que derivam e estão conforme o RIM. Por sua vez, um R-MIM pode conter um número elevado de classes que já foram clonadas do RIM onde cada uma delas já teve uma série de restrições. Por exemplo: uma entidade “Pessoa” pode ser restringida a uma classe “Médico” ou “Doente”. Alguns dos atributos da classe “Pessoa” podem ser relevantes para a definição da classe “Médico” mas já não o serem para a definição da classe “Doente”. Os dados que são depois enviados na mensagem podem ser restringidos aos atributos e associações da classe “Pessoa” que sejam mais relevantes e apropriados.

O processo de clonagem limita o número de classes que é necessário definir, passando assim a lidar com modelos estáveis. As classes clonadas têm um nome único dentro do R-MIM, devendo este reflectir as características do clone no seu domínio.

Estas técnicas na construção de mensagens servem todas para garantir que as definições base da metodologia da versão 3 são utilizadas de uma forma consistente em todos os domínios. Cada mensagem nova desenvolvida será fácil de desenhar e implementar pois está baseada em algo já definido. As vantagens deste processo serão visíveis ao longo da vida do HL7.

Todas as estrutura que precisem de ser identificadas são classificadas com artefactos, que podem incluir descrições, regras de aplicação, **trigger events**, interacções, R-MIMs, D-MIMs, HMDs ou tipos de mensagens. A expressão **SSDD\_AAnnnnnRRVV** é o formato utilizado para os identificar. A Tabela 3.14 explica cada um dos seus elementos.

Tome-se como exemplo o identificador de um artefacto: **PORX\_RM043000**. Este identificador corresponde a um R-MIM das Operações (PO) do domínio das Farmácias (RX) cujo identificador atribuído pelo comité<sup>1</sup> foi 043000. O código da região e a versão são omitidos pois não são obrigatórios.

## HMDs

Um *Hierarchical Message Descriptions* (HMD) corresponde à representação, em Tabela, das sequências dos elementos (classes, atributos e associações) de um R-MIM. A geração de um HMD é conseguido com a ferramenta *RoseTree* (Secção 3.5.5), que gera também com base nesse mesmo HMD, um *XML Schema* que será depois utilizado para as aplicações

---

<sup>1</sup>Grupo da organização HL7 responsável pela aprovação de modelos

Segmento	Significado	Valores Possíveis
SS	Sub-Section	PO Operation PR Practice CO Common Content ...
DD	Domain	RX Pharmacy (PORX) LB Laboratory (POLB) CT Message Elements PA Patient Administration PM Personnel Management BB Blood Banking MR Medical Records PC Patient Care ...
AA	Artifact Code	AR Application Role DM D-MIM HD HDM IN Interaction RM R-MIM ST Storyboard SN Storyboard Narrative TE Trigger Event MT Message Type
nn	Committee identifier	000001 - 999999
RR	Realm code	UV(Universal)
VV	Version Number	00 -99 00 is used for in-ballot artefacts

Tabela 3.14: Estrutura de artefactos

validarem as suas mensagens.

A Figura 3.21 exemplifica a passagem para um HMD. Note-se que a Tabela 3.15 tem uma correspondência de cada um dos elementos do R-MIM numa sequência que será o resultado final do *Schema* a obter.

### 3.5.4 Clinical Document Architecture

O HL7 *Clinical Document Architecture* (CDA) [50, 51, 52, 53] define uma arquitectura normalizada que descreve a estrutura e semântica de “documentos clínicos” (relatórios de admissão ou alta, notas clínicas, notas médicas, plano de cuidados de enfermagem, notas de procedimentos ou terapêutica efectuados), com o objectivo de trocar informação e aumentar a interoperabilidade entre sistemas.

O CDA está em conformidade com o RIM tirando partido da estrutura da versão 3 do HL7. A segunda *release* foi publicada em Maio de 2005.

O modelo base de CDA R2 não tem grandes alterações relativamente ao CDA R1. A versão R1 tem um cabeçalho e um corpo. O cabeçalho identifica e classifica o documento e garante informação relativa à autenticação do doente, médico e sistemas envolvidos. O corpo contém dados do doente, organizado por secções cujo conteúdo pode ser codificado

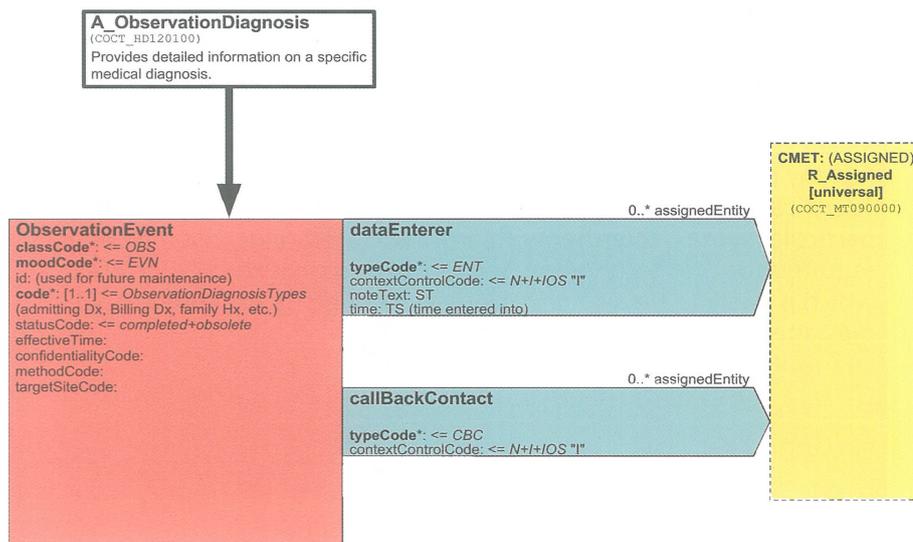


Figura 3.21: Exemplo de obtenção de HMD [3]

usando vocabulários normalizados. A grande evolução da versão R2 relativamente à R1 tem a ver com o facto de que esta passou a derivar o corpo da mensagem também do RIM e não somente o cabeçalho.

Um documento do tipo CDA é assim composto por duas partes, um cabeçalho e um corpo. Tem um elemento principal: `<ClinicalDocument>` que contém os elementos *header* e o *body*.

O cabeçalho situa-se entre os elementos `<ClinicalDocument>` e o `<structuredBody>` e contém informação necessária para identificação do documento (versão, relações com outros documentos, destino, etc), do doente, médico e dos sistemas envolvidos.

O corpo contém informação relativa à parte clínica e pode ser classificada em duas tipologias: informação estruturada e informação não estruturada. A informação não estruturada pode ser utilizado numa grande variedade de circunstâncias: é possível incluir texto, imagens, sons e outro tipo de informação multimédia. É inserida no elemento `<unstructuredBody>`. A informação estruturada está inserida no elemento `<structuredBody>` e contém ou não uma série de secções inseridas no elemento `<section>`. Cada Secção pode conter um “bloco narrativo” de texto inserido no elemento `<text>` e uma série de elementos e referências externas.

Exemplos destas secções são : Medicação, Sinais Vitais, Exame Físico, História Clínica. Estas secções têm sido desenvolvidas em função das necessidades dos utilizadores. Uma vez que o CDA está conforme o RIM, estas secções incluem informação de vários

Row Type	Class or class property	RIM source class	Message Element Name - Formal Name	Element Name - Name	In Message Element Type
	Observation	Observation	Observation Event	Observation Event	POLB_HD002100
attr	classCode	Act	classCode	classCode	ObservationEvent
attr	moodCode	Act	moodCode	moodCode	ObservationEvent
attr	id	Act	id	id	ObservationEvent
attr	txt	Act	txt	txt	ObservationEvent
attr	statusCode	Act	statusCode	statusCode	ObservationEvent
attr	effectiveTime	Act	effectiveTime	effectiveTime	ObservationEvent
attr	priorityCode	Act	priorityCode	priorityCode	ObservationEvent
attr	confidentialityCode	Act	confidentialityCode	confidentialityCode	ObservationEvent
attr	methodCode	Observation	methodCode	methodCode	ObservationEvent
attr	targetSiteCode	Observation	targetSiteCode	targetSiteCode	ObservationEvent
attr	has	Act	CallBackContact	CallBackContact	ObservationEvent
attr	typeCode	Participation	typeCode	typeCode	DataEnterer
attr	Context ControlCode	Participation	Context ControlCode	Context Control-Code	DataEnterer
attr	nodeText	Participation	nodeText	nodeText	DataEnterer
attr	time	Participation	time	time	DataEnterer

Tabela 3.15: Grelha dos dados correspondente à Figura 3.21

domínios. Por exemplo: a estrutura da Secção de medicação tem informação conforme o domínio “*Patient Administration*”. A estrutura deste documento, e consequentemente das secções que compõem o corpo estruturado foi pensada para conseguir englobar todas as necessidades médicas actuais. A sua implementação pode ser relativamente simples, só com blocos narrativos, ou complexa com vários elementos e blocos narrativos.

A Figura 3.22 mostra a estrutura desta arquitectura e a Figura 3.23 os componentes principais de um documento CDA em formato XML.

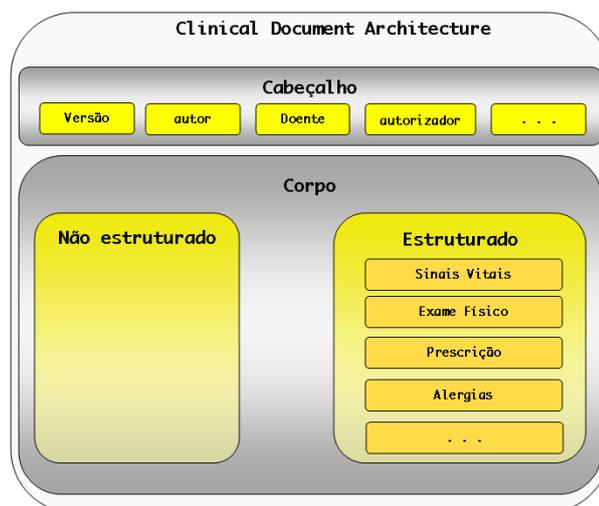


Figura 3.22: Estrutura do CDA

Um documento CDA pode existir dentro ou fora do contexto de troca de mensagens. Pode ser utilizado para arquivo e representação de informação médica ou pode ser utilizado para troca de informação entre sistemas. O CDA é um R-MIM.

```

<ClinicalDocument>
  ... CDA Header ....
  <structuredBody>
    <section>
      <text> (''bloco narrativo'') </text>
      <observation>...</observation>
      <substanceAdministration>
        <supply> ... </supply>
      </substanceAdministration>
      <observation>
        <externalObservation>
          ....
        </externalObservation>
      </observation>
    </section>
    <section>
      <section> .... </section>
    </section>
  </structuredBody>
</ClinicalDocument>

```

Figura 3.23: Estrutura de um Documento CDA R2

O documento clínico pode ser usado para mensagens, podendo neste caso ser fragmentado em partes de acordo com as necessidades da aplicação ou para armazenamento de informação [52]. As suas principais características são:

- **Persistência:** o documento clínico deve permanecer inalterado, durante um período determinado pela política local;
- **Responsabilidade:** o documento clínico é mantido por uma pessoa ou organização responsável pelo seu cuidado;
- **Possibilidade de autenticação:** o documento clínico corresponde a um conjunto de informações com objectivo de ser legalmente autenticado;
- **Integralidade:** a autenticação do documento clínico é aplicada à sua totalidade; e
- **Legibilidade humana:** o documento deve ser legível por humanos através da aplicação de uma folha de estilos *Extensible Style Sheet Language* (XSL).

### 3.5.5 Construção de novos modelos

A arquitectura modular do RIM destina-se a facilitar o desenvolvimento de novos modelos refinados para domínios relacionados com a saúde. De forma a conseguir capturar toda a informação necessária para uma mensagem em particular, é necessário que estes modelos obedeçam a uma série de regras.

A metodologia da versão 3 do HL7 está assente em :

- *storyboards* - que define o que acontece no que diz respeito ao utilizador do sistema.
- *trigger events* - que definem a causa pela qual uma mensagem é enviada.
- *application roles* - que definem as responsabilidades dos sistemas emissores e receptores.

A Figura 3.24 reflecte as etapas no processo de desenvolvimento das mensagens na versão 3 da norma HL7. O desenvolvimento de mensagens segundo estas regras requer o envolvimento do modelo de interacção, de R-MIMs e de HMDs.

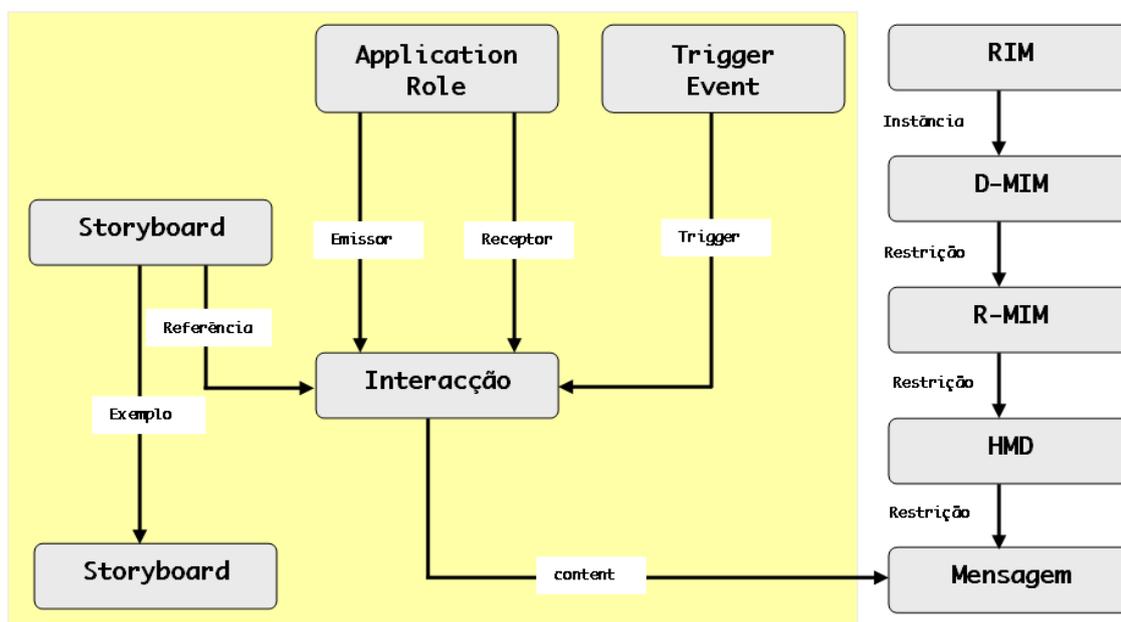


Figura 3.24: Processo de desenvolvimento de mensagens na Versão 3

### Storyboards

Um *storyboard* corresponde a uma descrição de um acontecimento real para o qual a mensagem é necessária. É um exemplo real que descreve uma sequência de eventos a partir dos quais é definido um modelo para a construção de mensagens identificando aquilo que acontece na realidade: os participantes e descrição completa das suas interacções.

Após a identificação dos casos de uso, *triggers* e *application roles*, e em conjunto com a modelação UML, representam-se os requisitos de uma maneira formal.

Um *storyboard* é identificado por um nome, um ID único, uma finalidade (uma curta descrição às situações a que se aplica), a identificação dos elementos que a constituem, um

diagrama com as relações existentes entre as regras de aplicação (geralmente é utilizado um diagrama de sequências), lista de interações, e descrição de cada uma das interações definidas.

### Application Role

Os métodos de desenvolvimento nas versões anteriores do HL7 focavam-se essencialmente nos conteúdos das mensagens. A versão 3 abrange outros requisitos definindo as funções do emissor e do receptor no envio de mensagens. Essas funções de envio e recepção são as definidas nos *Application Roles* (AR).

O objectivo de uma *Application Roles* é focar as razões pelas quais uma mensagem em particular é enviada, garantindo assim que os conteúdos das mensagens reflectam os propósitos iniciais. Esta ideia é ainda mais vinculada com a definição de eventos (*Trigger Events*) que são os “causadores” do envio das mensagens. Os sistemas devem assim estar preparados para suportar uma série de AR em relação à mensagem que querem enviar e receber.

Suponha-se o seguinte exemplo de uma AR: *Informação de um laboratório relativo a uma observação*. Ou seja: Um sistema deve ser capaz de notificar um outro que a observação efectuada por um laboratório foi concluída com sucesso. Se um sistema suporta esta AR então deve estar preparado receber e enviar mensagens deste tipo.

### Trigger Events

Um *Trigger Events* (TE) corresponde à especificação de um conjunto de condições para que seja possível a comunicação entre dois componentes de um sistema. Um pedido de um medicamento de um laboratório é um exemplo de um TE.

Os TE são identificados por um nome estruturado, um ID, uma descrição e um tipo. O nome é utilizado para identificar o *trigger* num domínio em particular (por exemplo, se é um Laboratório Hospitalar ou de uma Farmácia).

Os tipos de TE podem ser de 4 categorias diferentes:

***Interaction Based***, quanto é baseado numa outra interação como por exemplo a resposta a um pedido;

***State-Transition Based***, quanto é o resultado de uma alteração de estado, como por exemplo o cancelamento de um pedido a um laboratório;

***User Based***, quanto é baseado num pedido de um utilizador, como por exemplo um

TE tem a responsabilidade de enviar informação de um sistema para o outro em períodos de tempo constantes;

*Unspecified*, quanto não encaixa em nenhuma das categorias anteriores;

Vejamos um exemplo: O TE com o nome: “*Combined Pharmacy Event Complete, Notification*” está a notificar que foi concluída a administração ou dispensa de determinado medicamento. O TE tem um nome que está associado a um identificador único na categoria dos eventos para Farmácias e é do tipo *State-Transition Based*, pois está a informar que foi concluindo o processo de dispensa de medicação.

### Ferramentas para desenvolvimento de mensagens

O desenvolvimento de mensagens na versão 3, pode ser efectuado em qualquer ferramenta que esteja preparada para tal. Contudo a HL7 apoia, de uma forma informal, desenvolvimento de duas ferramentas para as quais fornece *packages* gratuitos: o **Microsoft Visio** para o qual disponibiliza uma série de *templates* e o **RoseTree**.

Ambas requerem a utilização de um repositório local de dados (Base de Dados *Microsoft Access*<sup>®</sup>) que consiste numa série de classes do RIM, atributos e associações. D-MIMs e R-MIMs são adicionados à medida que vão sendo aprovados de forma a que o utilizador tenha sempre disponível a ultima versão no repositório.

O **Microsoft Visio** permite, de uma forma gráfica, a criação de D-MIMS e R-MIMS sendo estes automaticamente adicionados ao repositório de dados.

O **RoseTree** permite também o desenvolvimento de mensagens em todas as suas fases. Quando é utilizada sem o apoio do *Microsoft Visio*, todos os R-MIMs e D-MIMs são visualmente representados em estrutura de árvores. Suporta a geração de HMDs e a representação desse HMD no formato XML bem como os *XML-Schemas* a ela associados.

Ambas as ferramentas suportam o acesso a R-MIMs e D-MIMs existentes no repositório central bem como a exportação de novos modelos para serem futuramente utilizados. A Figura 2 e 3 (Anexo D) mostram o aspecto destas aplicações.

## 3.6 Health Level 7 - Central PHILIPS

Com a instalação da PHILIPS<sup>®</sup> de uma central de monitorização, é também instalado o software correspondente ao interface para HL7, denominado *HL7 Parameter Data Inter-*

face (**PDI**).

O PDI é um módulo de software que permite a comunicação com outros dispositivos para integrar dados em HL7. É o *gateway* entre a Central e a rede TCP/IP do sistema a integrar.

A transmissão de mensagens entre o PDI e um outro sistema hospitalar pode ser efectuada de dois interfaces:

- interface de mensagens não solicitadas (***Unsolicited Messages Interface (UMI)***);
- interface de pedido directo (***Polling Interface (PI)***)

Quando é utilizado o UMI, os dados recolhidos do doente, da unidade, dos sinais vitais, etc, são enviados aos sistemas clientes em intervalos, que pode ser configurado, de tempo constantes. Estes valores correspondem à média do intervalo ou ao último valor obtido para aquele parâmetro.

Quando é utilizado o PI, os dados podem ser pedidos em qualquer altura pelos sistemas clientes, mas em ambos os casos os dados são formatados segundo a norma HL7 versão 2.3.

Após o estudo da central, o tipo de dados que se pretendem recolher e a sua frequência de recepção, foi optado por se utilizar o interface UMI sendo somente este aqui descrito.

### 3.6.1 Operações do PDI

Quando a Central de monitorização é iniciada, o PDI fica à escuta que os sistemas clientes efectuem algum pedido através de um socket TCP/IP. Apesar de poderem existir vários clientes, conectados ao mesmo tempo, a utilizar o UMI ou PI através de portas TCP/IP, os dados de uma cama só podem ser enviados para um cliente.

A função do PDI é receber pedidos e enviar os dados actuais. Os valores são enviados em intervalos de tempo constantes e chegam à central em períodos invariáveis de tempo. A cada 10 segundos o PDI verifica se chegaram dados novos enviado-os numa mensagem do tipo ORU (ver 3.4.3.3).

Após a conexão através do interface de mensagens não solicitadas, que está disponível por omissão no PORT 8000, o PDI executa as seguintes operações:

1. A cada minuto transmite a data e hora local (que pode ser omitida).
2. A cada 30 ou 60 segundos (configurável) envia os parâmetros relativos ao doente, o estado da monitorização e alertas de monitorização dos aparelhos.
3. Uma vez que o PDI lida com cada uma das ligações de um modo independente, e quando a conexão existir, os dados serão sempre enviados. Se a ligação for perdida ou desligada, o cliente é que terá a responsabilidade de se conectar novamente afim de poder receber os dados.

Sendo o protocolo TCP/IP<sup>2</sup> um protocolo de baixo nível, onde não se consegue identificar os limites das mensagens, e sendo a norma HL7 um protocolo de alto nível (ver 3.1), torna-se difícil a identificação dos limites das mensagens que são transmitidas. Este problema foi ultrapassado recorrendo ao protocolo *Minimal Lower Layer* como especificação na norma HL7 2.3 em que as mensagens são transmitidas com o seguinte formato:

```
<VT> MSG <FS> <CR>
```

Onde

<VT> = Vertical Tab;

MSG = Mensagem HL7;

<FS> = Field Separator;

<CR> = Carriage Return;

A Figura 3.25 demonstra as camadas envolvidas na comunicação entre o PDI e um sistema.

### 3.6.2 Alterações à norma HL7

Apesar das mensagens transmitidas pelo PDI estarem no formato HL7 versão 2.3 a PHILIPS® efectuou alguns desvios à norma, devido ao formato dos dados, para garantir uma melhor comunicação entre interfaces:

- Na mensagem transmitida pelo PDI, o campo do nome do doente não vem formatado segundo a norma HL7 2.3, mas sim com o formato “PrimeiroNome” seguido do “UltimoNome” (separados por um espaço).

---

<sup>2</sup>O modelo TCP/IP—como muitos outros modelos de protocolos—pode ser visto como um grupo de camadas, em que cada uma resolve um grupo de problemas da transmissão de dados, fornecendo um serviço bem definido para os protocolos da camada superior.

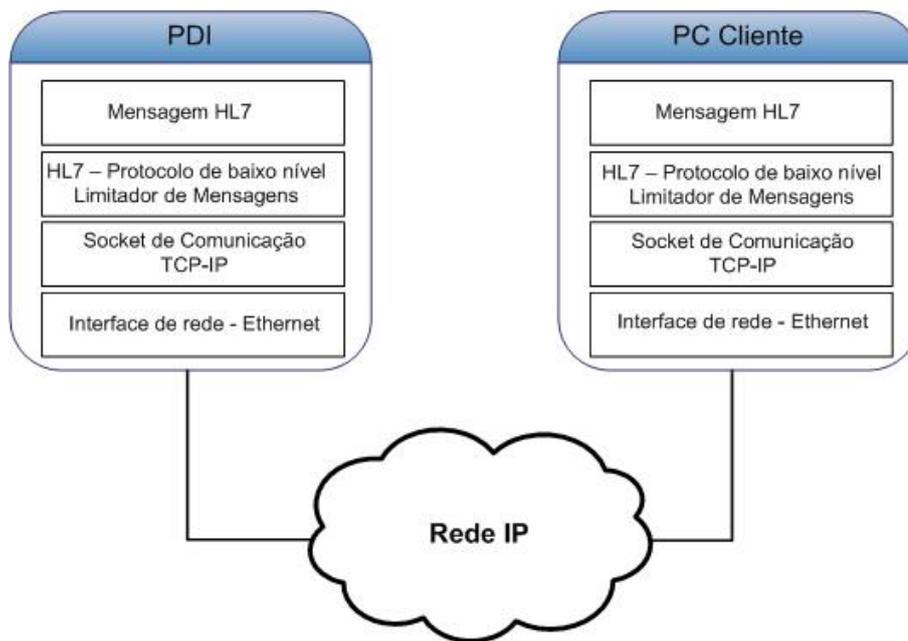


Figura 3.25: Camadas envolvidas na comunicação HL7 da Central PHILIPS®

- A inclusão do segmento PV1 (ver 3.4.4) na resposta de um pedido PI não está de acordo com a norma, mas é necessária incluir a informação relativa à cama do doente, que de outra forma seria impossível identificar.
- O envio da sequência de segmentos PID - PV1 - OBR - OBX múltiplas vezes para o mesmo doente numa só mensagem não obedece à norma, mas é imprescindível para poder retornar parâmetros de várias camas numa só mensagem.
- Quando são enviados dados do tipo “*String*” relativos aos parâmetros do doente estes, por vezes não estão conformes à norma uma vez que esta define que este tipo de campos deve ser do tipo hexadecimal entre 20 e 7E. Por vezes, e por causa dos graus *Celsius* para determinados parâmetros, este valor varia entre os 20 e os FF.

### 3.6.3 Interface de Mensagens não solicitadas (UMI)

A versão 2.3 suporta vários tipos de mensagem, mas só 2 tipos - NMD e ORU (ver 3.4.3.3) - são necessárias para enviar dados pelo interface UMI:

1. *Network Management* (NMD)
2. *Unsolicited Observation Reporting* (ORU)

O interface UMI não reage a nenhum tipo de mensagens que lhe seja enviado do exterior. Por outro lado, na especificação do HL7 é descrito que para cada mensagem recebida deve ser enviada uma mensagem de confirmação (*acknowledge*). O PDI trata assim os *acknowledgements* como opcionais e como tal estas mensagens podem ou não ser enviadas.

### Mensagem para Gestão de Rede (NMD)

A mensagem NMD serve para enviar a data e hora corrente do sistema PDI em períodos de tempo constantes. A sua estrutura está representada na Tabela 3.16.

Mensagem NMD	
<b>MSH</b>	Message Header
<b>NCK</b>	System Clock
<b>[NTE]</b>	Notes and Comments

Tabela 3.16: Estrutura da Mensagem NMD

Um exemplo deste tipo de mensagem está exemplificado na Figura 3.26.

```
MSH|^~\&|||||NMD|HP104220882017993|P|2.3|||||8859/1<CR>
NCK|20030110152700<CR>
```

Figura 3.26: Exemplo de excerto de Mensagem NMD

O segmento NCK transmite a hora utilizada pelo PDI, no formato ISO (ano mês dia hora minutos segundos). O segmento NTE não é utilizado.

### Mensagem para Observação de Resultados (ORU)

A mensagem do tipo *Observation result/unsolicited* (ORU) corresponde a observações de um resultado não solicitado.

A mensagem ORU é constituída pelo seguintes segmentos:

- Um segmento MSH para identificação da mensagem, do sistema e versão da norma;
- Um segmento para identificação do doente (PID);
- Um segmento para identificação da Cama e Unidade (PV1);
- Um ou mais segmentos de pedido de observações (OBR);
- Um segmento para indicação de notas (NTE); e

- Um ou mais segmentos de resultados de observações (OBX);

Apesar de ter sido descrita na Secção 3.4.3.3 a Figura 3.27 é um exemplo deste tipo de mensagem. Contudo, vale a pena ver o que o PDI utiliza em cada um dos seus segmentos. A Tabela 2 (Anexo B) descreve cada um dos campos dos segmentos da mensagem ORU.

```
MSH|^~\&|||||ORU^R01|HP104220879017992|P|2.3|||||8859/1<CR>
PID|||MRN5733||Smith^John||19550508|M<CR>
PV1||I|^~^Doc1&5&1<CR>
OBR|||||20030110152630<CR>
OBX|NM|0002-4bb8^SpO2^MDIL|0|95|0004-0220^%~MDIL|||||F<CR>
OBX|NM|0002-5000^Resp^MDIL|0|15|0004-0ae0^rpm^MDIL|||||F<CR>
OBX|NM|0002-4182^HR^MDIL|0|60|0004-0aa0^bpm^MDIL|||||F<CR>
OBX|NM|0002-4a15^ABPs^MDIL|0|120|0004-0f20^mmHg^MDIL|||||F<CR>
OBX|NM|0002-4a16^ABPd^MDIL|0|70|0004-0f20^mmHg^MDIL|||||F<CR>
OBX|NM|0002-4a17^ABPm^MDIL|0|91|0004-0f20^mmHg^MDIL|||||F<CR>
```

Figura 3.27: Exemplo de excerto de Mensagem ORU

Note-se que o segmento OBX é enviado nas mensagens ORU para descrever dados de parâmetros e configurações dos monitores. O formato com que as mensagens são apresentadas depende do tipo de parametrizações efectuadas na central.

Um segmento OBX é enviado quando uma conexão é estabelecida pela primeira vez, por períodos constantes de 30 ou 60 segundos para dados periódicos e é enviado para dados não periódicos sempre que existe uma alteração dos referidos valores.

### 3.7 HL7 versão 2.x vs HL7 versão 3

As diferenças entre as últimas versões da norma são bastante significativas. A versão 2 teve na sua base de criação uma equipa de especialistas médicos. A versão 3 tem sido influenciada pelo trabalho de voluntários que representam entidades governamentais e especialistas da área da informática médica. Isto significa que o nível de modelação da versão 3, a compatibilidade e consistência é mais elevada quando comparada com a versão 2.

A passagem dos interfaces desenvolvidos na versão 2 para a versão 3 pode ainda demorar algum tempo. O facto de muitos dos sistemas terem que manter ambas as versões, a dificuldade na adaptação a novas metodologias e os custos que implicam novos desenvolvimento são alguns dos problemas que impedem a passagem para a versão mais recente da norma HL7.

A Tabela 3.17 mostra, de uma forma resumida, as diferenças entre as versões 2.x e a versão 3.

	<b>Versão 2.x</b>	<b>Versão 3</b>
Ciclo de adaptação	Curto	Longo
Tempo de implementação	Longo	Curto
Regras bem definidas	Não	Sim
Compatibilidade com versões anteriores	Sim	Não
Tecnologias para desenvolvimento	Carácter	XML
Metodologias no seu desenvolvimento	Não	Sim
Consistência no seu desenvolvimento	Baixa	Elevada
Quantidade de opções por mensagem	Elevado	Baixa
Custos de implementação	Alto	Baixo
Suporte de vocabulário formal	Não	Sim
Sustentação em modelos uniformes	Não	Sim
Informação dividida por áreas de domínio	Não	Sim
Suporte a novas tecnologias(XML, Orientação a Objectos)	Não	Sim
Orientada à Web	Não	Sim
Adaptação flexível	Sim	Não

Tabela 3.17: Resumo comparativo das versões 2.x e 3



# Capítulo 4

## Arquitectura do Sistema

Os Capítulos anteriores deram uma visão geral sobre os Sistemas de Informação e sobre uma das principais normas para integração de dados, a HL7 versão 2.3 e versão 3.

Este Capítulo apresenta a arquitectura do sistema para integração de dados, os seus requisitos, os problemas encontrados e a solução proposta para a sua resolução.

### 4.1 Contexto

A existência de um sistema de monitorização de doentes e uma aplicação de registo clínico, utilizadas pelo mesmo grupo de profissionais de saúde, Sala de Emergência e Serviço de Cuidados Intensivos Médicos, mas para os quais não existia comunicação, motivou a construção de uma plataforma de integração de dados.

O sistema de monitorização da PHILIPS® é composto por uma série de monitores, modelo *IntelliVue MP30* [46], específicos para a aquisição de dados ligados a um servidor designado “central de dados”. Nas Unidades de Cuidados Intensivos (UCI) há um monitor para cada doente, e algumas chegam a ter mais do que 12 monitores. No caso que vamos estudar estamos a lidar com uma Unidade de Cuidados Intensivos de 8 camas. O software da central, específico da PHILIPS®, está assente no sistema operativo Windows 2000 e num SGBD Microsoft SQLServer 2000.

As aplicações de registos clínicos electrónicos (ver Secção 2.4.1) estão instaladas num servidor com o sistema operativo Linux Fedora Core 5 e utilizam um SGBD Oracle 10g.

O conhecimento profundo da estrutura das aplicações *Emergency.Room* e *Intensive.Care*

(ver Secção 2.4.1) foi uma vantagem à partida para o sistema a desenvolver, tendo-se começado pelo estudo do sistema de monitorização. Uma primeira questão a resolver foi a disponibilidade de um sistema de monitorização para acções de teste e validações. Não seria obviamente correcto nem possível efectuar-lo numa UCI com doentes a serem monitorizados. A aquisição deste tipo de equipamentos para testes tornar-se-ia demasiado custoso e como tal foi necessário efectuar uma série de contactos junto da PHILIPS® Portugal - Divisão de Sistemas Médicos, de forma a obter equipamento para a realização deste projecto.

A cooperação da PHILIPS® foi conseguida na forma de material no valor de €6.000 que foi disponibilizado para simular uma UCI. O estudo dos monitores de aquisição e da central de dados foi mais demorado que o previsto em virtude da documentação destes aparelhos, para o módulo de HL7, não ser suficientemente completa. Questões de configuração, como o facto de a central de dados dever estar conectada à porta 1 ou 2 do *Switch* que faz a ligação à rede, ou a associação dos monitores de aquisição a uma sub-rede específica, não foram encontradas na documentação disponível. Após muitas leituras, contacto com um departamento estrangeiro da PHILIPS® e muitas tentativas foi possível ter elementos suficientes sobre o funcionamento deste sistema.

## 4.2 Situação anterior ao projecto

No sistema de registo de dados anterior ao projecto de aquisição automática, os valores registados nos monitores eram transcritos para um registo em papel chamado “pancarta”, a intervalos regulares de 5 a 30 minutos. Esta tarefa, desempenhada pelos enfermeiros, corresponde a transcrever o valor visualizado no monitor e no momento de registo.

A Figura 4.1 mostra o exemplo do formulário de registo em papel, com o conjunto de sinais vitais utilizado pela UCI do Hospital Pedro Hispano.

Os valores recolhidos são guardados na central de monitorização por um período máximo de 48 horas, sendo automaticamente eliminados no fim desse tempo. Não existem procedimentos de análise temporal destes dados. Por outro lado, a facilidade com que os enfermeiros podem cometer erros na transcrição dos dados para estes registos de papel é elevada[54], e o tempo usado na sua transcrição chega a ser 25% do seu tempo total de serviço[55, 56]. A recolha manual e subsequente desenho dos gráficos consomem muito tempo aos profissionais e são pouco flexíveis [56].

M O N I T O R I Z A Ç Ã O	HORAS		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	EXAMES DO DIA	H	
	PCWP/PAP	DC																											
	41°	30	300																										
40°	250	25	250																										
39°	200	20	200																										
38°	150	15	150																										
37°	100	10	100																										
36°	50	5	50																										
T. F.C. PVC T.A.																													

Figura 4.1: Exemplo de Pancarta do HPH utilizada em UCI

A falta de tempo para a transcrição de dados é uma situação comum numa UCI. Quando a instabilidade do doente é elevada este requer a máxima atenção dos profissionais de saúde, ficando prejudicada a transcrição de dados que não é efectuada e resulta assim uma falha no registo em papel.

A Figura 4.2 demonstra a facilidade com que se podem cometer erros.

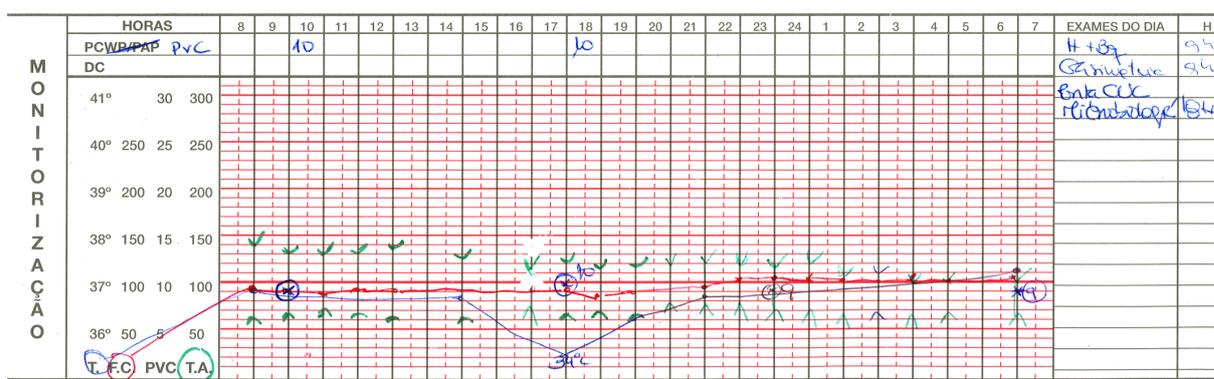


Figura 4.2: Registo manual de sinais vitais

Situações como estas poderão ser colmatadas com um sistema de aquisição automática de dados que pode reduzir o tempo perdido com a transcrição manual e aumentar o tempo dedicado aos doentes, conseguindo-se os mesmos resultados que outras aplicações internacionais da área [57, 58].

A aquisição automática substituirá a transcrição manual. As vantagens da aquisição automática estão relacionadas com a rapidez, fiabilidade dos dados e a diminuição de erros.

## 4.3 Requisitos

O sistema a desenhar pretende construir uma infra-estrutura capaz de interligar os dados monitorizados com as aplicações de registos clínicos, de forma a tornar a sua leitura e interpretação mais cómoda.

A apresentação dos dados teve que ser estudada de vários pontos de vista: que dados apresentar, como os apresentar, com que intervalo fazer a sua visualização, que interacções oferecer entre o utilizador e os dados apresentados.

Outro tipo de cuidados devem ser tidos quando se alteram os hábitos dos utilizadores. Sendo este um sistema que irá substituir o registo em papel e logo alterar rotinas às quais os enfermeiros estavam habituados, o interface de apresentação dos dados deverá ser o mais próximo possível do existente actualmente. Contudo, na sua construção deve ser prevista uma evolução do mesmo que permita uma adaptação gradual de forma a que o impacto da mudança seja minimizado.

A possibilidade de análise temporal dos dados é também um requisito. Este tipo de análises poderá permitir o estudo da evolução dos doentes e a realização de estudos epidemiológicos<sup>1</sup>. A recolha automática irá garantir a fiabilidade e qualidade dos dados de base para estes estudos [18, 19, 17].

## 4.4 Solução

Os dados provenientes do sistema de monitorização deverão, de alguma forma, ser adquiridos e trabalhados para que possam ser apresentados pelas aplicações de registos clínicos. Para além das funções de registo e visualização, o sistema deve permitir a consolidação dos dados e o seu arquivo. Garantir que os dados adquiridos possam ser acedidos, no futuro, num formato genérico sem dependências de plataformas contribui para garantir a interoperabilidade entre sistemas e constitui a base para futuros estudos que possam vir a ser realizados.

Genericamente, o sistema a implementar substituirá o registo em papel estabelecendo a ligação entre o sistema de monitorização e as interfaces de visualização tal como representadas na Figura 4.3.

Um passo importante para unificar a informação entre sistemas de informação é a defi-

---

<sup>1</sup>Estudo das doenças e das suas causas numa população.

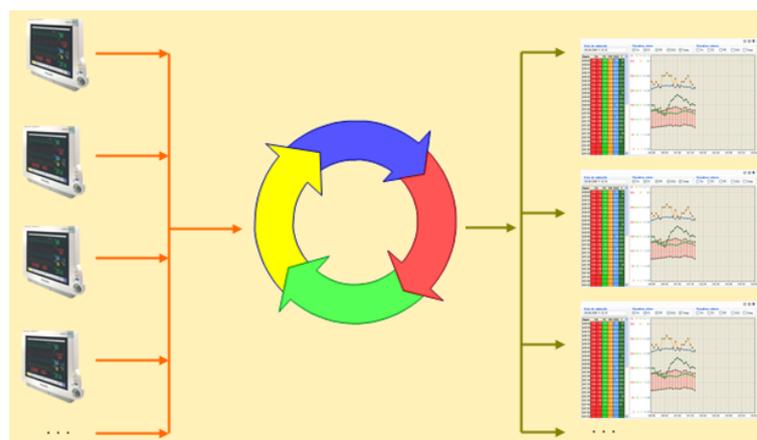


Figura 4.3: Arquitectura do sistema de aquisição automática

nição da arquitectura a vários níveis incluindo a arquitectura de negócio, a das aplicações e a dos dados [59]. O trabalho desenvolvido neste projecto passa exactamente pela definição destes pontos. Foram estudadas as arquitecturas da PHILIPS® e das aplicações da UCI de forma a encontrar uma solução para a sua interligação.

A Figura 4.4 reflecte a proposta do trabalho a desenvolver desde a integração entre sistemas à aquisição dos dados, seu tratamento, visualização e arquivo.

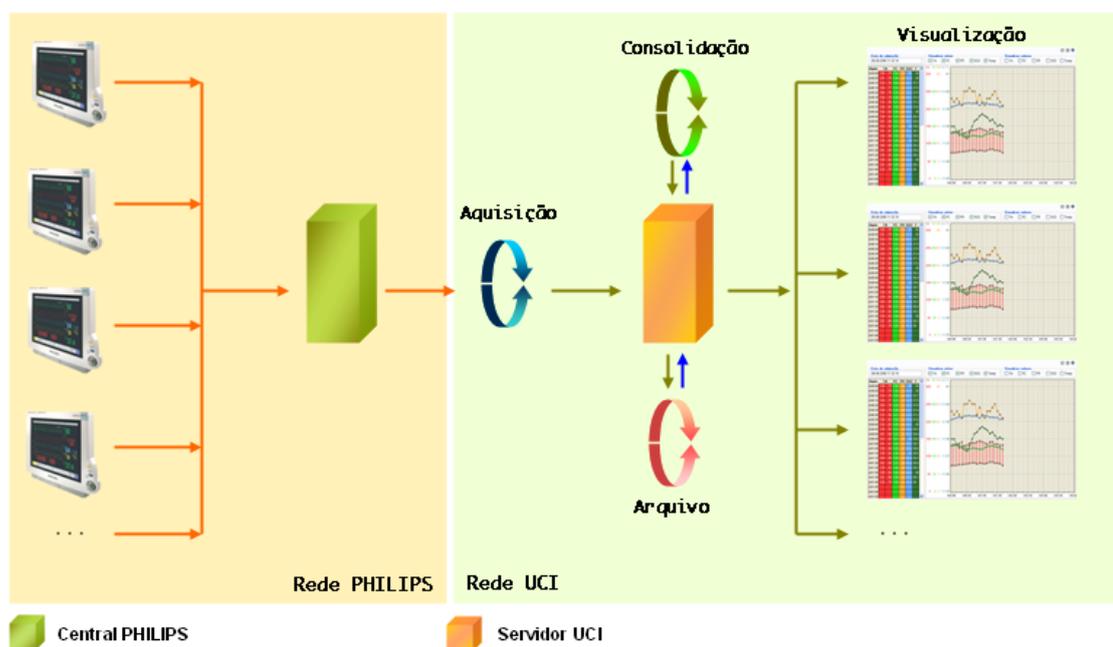


Figura 4.4: Módulos do Sistema de aquisição automática

A solução para o desenvolvimento deste projecto levou a dividi-lo em quatro módulos: Aquisição, Consolidação, Visualização e Arquivo. A sequência adoptada no desenvolvi-

mento de cada módulo deveu-se às dependências de dados para com o módulo anterior. Contudo, o desenvolvimento de cada um poderia ter sido feito em separado, não existindo uma dependência modular entre eles. O desenho dos módulos teve como requisito adicional garantir que cada um deles possa ser aplicado a outras realidades.

#### 4.4.1 Aquisição

A aquisição de dados é iniciada a partir de sensores apropriados que convertem parâmetros do doente em sinais electrónicos. Estes são depois adquiridos pelo hardware de aquisição de dados e guardados na central. A manipulação dos dados pelo utilizador só será possível através de software de comunicação com a central.

O módulo de aquisição corresponde a uma fase tecnológica que envolve o estudo da integração a nível de hardware e de software. Será necessário estudar o fluxo de informação, o formato em que está estruturado e qual a melhor forma de o importar da central. Como vimos na Secção 3.6.1, a central de monitorização comunica com o “exterior” através de um interface de HL7. Assim, a solução para a aquisição dos dados da central será a construção de um novo interface baseado na norma HL7 e instalado no servidor da Unidade de Cuidados Intensivos. Este deverá ser capaz de trocar mensagens com o sistema da PHILIPS® de forma a garantir a interoperabilidade entre os dois sistemas.

Os dados adquiridos serão guardados numa base de dados do servidor. A sua aquisição será efectuada em bruto, ou seja, todos os dados lidos pelo interface de aquisição serão guardados.

#### 4.4.2 Consolidação

Tendo em consideração que os dados serão adquiridos a intervalos de tempo regulares (30 segundos), a quantidade de dados guardados irá crescer de uma forma contínua. A apresentação dos mesmos sem tratamento torná-los-ia incompreensíveis para o leitor.

A consolidação corresponderá a encontrar um valor para um intervalo de tempo que reflecta o estado do doente nesse período. Uma vez que os dados vão ser armazenados na base de dados serão utilizadas funções da mesma para cálculo desses valores. Estes, deverão ser encontrados de uma forma automática através da execução de procedimentos automáticos.

### 4.4.3 Visualização

A alteração dos métodos de trabalho de uma equipa obriga a mudanças estruturais que por vezes não são bem aceites. Os utilizadores deverão sentir que a passagem para um novo sistema será uma mais valia no desempenho das suas tarefas.

As interfaces de visualização deverão ser suficientemente flexíveis numa fase inicial. O utilizador deverá considerar familiar o modo como os dados são apresentados e deverá ter a facilidade de os alterar, conforme a prática de registo em papel. A evolução dos interfaces deverá ser efectuada de uma forma gradual. Deverão ser definidas etapas para actualizações ao modo de visualização dos dados e usado o “feedback” dos utilizadores para escolher as melhores soluções em termos de interacção.

### 4.4.4 Arquivo

O armazenamento dos dados é uma etapa que deverá corresponder à transformação dos mesmo de forma a que sejam acessíveis ao longo do tempo independentemente das evoluções tecnológicas ou estruturais. A aplicação de normas no armazenamento dos dados são uma garantia para a interoperabilidade futura.

O formato a adoptar no arquivo dos dados deverá ser de fácil leitura por outras entidades, de fácil acesso e integração com outros sistemas e de fácil portabilidade de modo a não ocupar muito espaço tendo em consideração a quantidade de informação gerada por doente/dia. A passagem destes dados para servidores de *backup* deverá ser estudada em função do espaço disponível.

### 4.4.5 Planeamento

O desenvolvimento dos módulos do sistema processou-se naturalmente de acordo com as suas dependências. A Figura 4.5 mostra a sequência adoptada para o desenvolvimento dos módulos identificados, indicando mais em pormenor as tarefas previstas para cada um deles.



Figura 4.5: Módulos a desenvolver

# Capítulo 5

## Implementação do Sistema

O Capítulo anterior descreveu o problema encontrado na integração de dados e qual a solução proposta para a sua resolução. Este Capítulo apresenta a concepção e análise de um sistema cujo objectivo foi integrar dados monitorizados de doentes num sistema de registo clínico electrónico.

O sistema de aquisição foi implementado como um módulo da aplicação *Emergency.Room* (ver Secção 2.4.2) usada na Sala de Emergência, uma vez que esta é funcionalmente dependente da Unidade de Cuidados Intensivos. Como o “know-how” e os profissionais da Sala de Emergência e do Serviço de Cuidados Intensivos Médicos são comuns, existem condições favoráveis para a integração do sistema de aquisição de dados na aplicação *Intensive.Care* (ver Secção 2.4.1). A experiência adquirida nesta integração será utilizada na implementação da nova versão do *Intensive.Care* que está neste momento em desenvolvimento.

### 5.1 Aquisição dos Dados

Quando um doente é internado numa Unidade de Cuidados Intensivos (UCI), como a do Hospital Pedro Hispano, os seus dados são registados num sistema de monitorização como o da PHILIPS® que vamos considerar. O nome, data de nascimento e número de identificação são de registo obrigatório. Este último será de extrema importância para identificar o doente em outros sistemas durante o seu internamento, como será o caso ao relacionar os dados monitorizados com os dados da aplicação *Emergency.Room*. Quando os sensores de monitorização são conectados ao doente inicia-se a aquisição automática

de dados.

A ligação da central PHILIPS® ao servidor aplicacional <sup>1</sup> será efectuada com o recurso às duas placas de rede da Central. Uma placa liga-se à sub-rede 172.31.\* onde estão integrados os aparelhos de monitorização. A outra placa conecta-se à sub-rede 172.20.\* que corresponde à rede do hospital e na qual estão integrados o servidor e respectivos computadores da UCI. A central tem instalada um interface de HL7, *Parameter Data Interface (PDI)* (ver Secção 3.6.1), que lhe possibilita a comunicação dos dados em HL7 com outros sistemas. Tem também configurados dois *PORTS* através dos quais envia os dados; na versão corrente são os PORTS 8000 e 9010, mas podem ser escolhidos outros.

Ao detectar que existe uma conexão no *PORT* 8000, a central debita os dados logo que estes estejam disponíveis, na forma das chamadas *mensagens não solicitadas*. Pelo *PORT* 9010 só são enviados dados quando pedidos, sendo por isso a *interface de pedidos*. Neste projecto o tipo de mensagens utilizadas foram as “mensagens não solicitadas”, uma vez que se pretende recolher e analisar todos os dados monitorizados do doente. A Figura 5.1 exemplifica a ligação entre os dois sistemas.

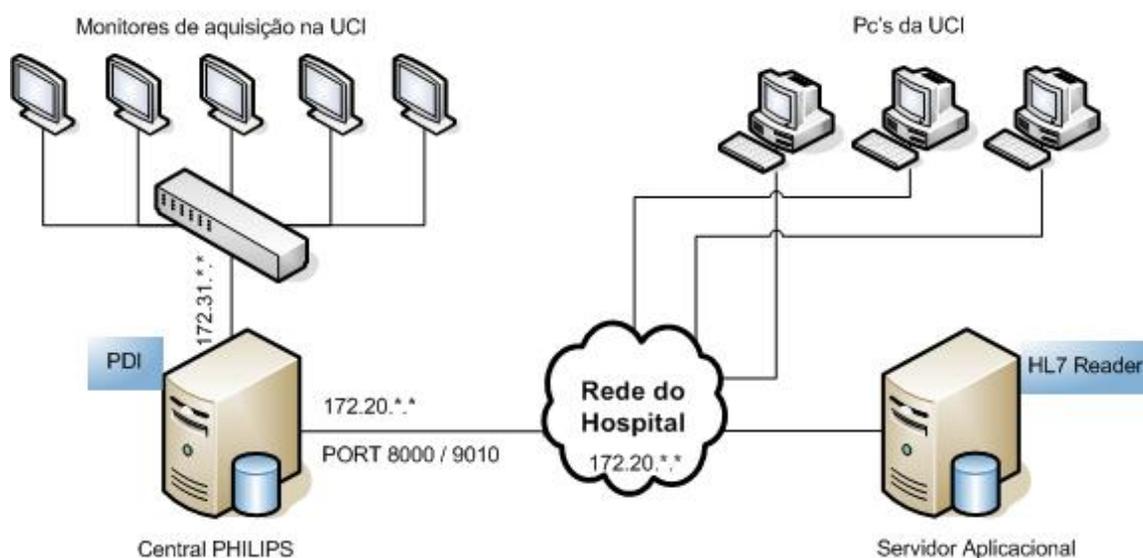


Figura 5.1: Esquema da Rede

A comunicação de dados entre os dois sistemas é efectuada através de um interface de HL7. A Central PHILIPS® utiliza o PDI e o servidor aplicacional utiliza um interface de HL7 que foi desenvolvido para o efeito. Foi utilizada uma *Application Programming Interface (API)* específica para o desenvolvimento deste interface de HL7.

<sup>1</sup>Servidor onde estão instaladas as base de dados das aplicações *Emergency.Room* e *Intensive.Care*

No desenvolvimento do interface de HL7, a que se chamou *HL7Reader*, foi utilizada a API Net-HL7 de Perl que é específica para criar, analisar, e receber mensagens HL7 na versão 2.3. Esta API possui métodos próprios para lidar com mensagens e segmentos (*Connection*, *Response*, *Message*, *Segment*), é gratuita e está disponível para *download*. O *HL7Reader* possibilita a recepção e tratamento de dados, que lhe são enviados pelo PDI, e processa-os em função do tipo e dos seus segmentos.

Para cada doente o PDI envia uma mensagem do tipo NMD (ver Secção 3.6.3) que identifica a data e hora de entrada do doente na UCI. Segue-se o envio de mensagens do tipo *Unsolicited Observation Reporting* (ORU)(ver Secção 3.6.3) enquanto o doente estiver internado. Nas mensagens do tipo ORU são enviados os dados relativos à identificação do doente e dos sinais vitais. A Figura 5.2 mostra o tipo de mensagem enviada pelo PDI e recebida pelo *HL7Reader*. A numeração de cada uma das linhas não faz parte da mensagem, servindo somente para as identificar no que se segue.

```

1 - MSH|^~\&|||ORU^R01|HP114004629034|P|2.3|||8859/1|
2 - PID|||54321||Joaquim Pereira|
3 - PV1||I|^CAMA1&1&1|
4 - OBR|||20060215233130|
5 - OBX||NM|89^PNIs^SDN|0|120|mmHg|APERIODIC||
6 - OBX||NM|90^PNId^SDN|0|80|mmHg|APERIODIC||
7 - OBX||NM|91^PNIm^SDN|0|90|mmHg|APERIODIC||
8 - OBX||ST|144^EstEct^SDN|0|''''|
9 - OBX||ST|140^EstRit^SDN|0|Ritmo estimulado|
10 - OBX||NM|188^SpO2^SDN|0|95||
11 - OBX||NM|92^Resp^SDN|0|15|rpm|
12 - OBX||NM|40^FC^SDN|0|60|bpm|
13 - OBX||NM|136^EsV^SDN|0|0|bpm|
14 - OBX||NM|44^Pulso^SDN|0|60|bpm|
15 - OBX||NM|100^T1^SDN|0|37.0|C|

```

Figura 5.2: Exemplo de mensagem HL7 na versão 2.3

Como se pode ver, é enviado um segmento OBX por cada sinal vital. A escolha dos sinais vitais a utilizar neste projecto teve como base os sinais vitais actualmente registados no registo de papel. Assim o sinais recolhidos são:

- Tensão Arterial Diastólica e Sistólica: (PNId e PNIs);
- Temperatura: (T1);
- Saturação de Oxigénio: (SPO2);
- Frequência Cardíaca: (FC);
- Frequência Respiratória: (FR);

Existem outros sinais vitais que são enviados na mensagem (“Pulso” e “Ritmo Estimulado”) mas estes, apesar de não utilizados na visualização deste projecto, podem ser integrados na aquisição com facilidade pois os valores a adquirir são parametrizáveis. Tome-se como exemplo o segmento OBX da linha 12 da Figura 5.2 para compreender as operações do *HL7Reader*:

```
OBX||NM|40^FC^SDN|0|60|bpm|
0 1 2 3 4 5 6
```

Para uma melhor leitura destes dados deve ser consultada a Tabela 2 (Anexo B) correspondente à especificação da mensagem do tipo ORU. Para este tipo de segmento os campos utilizados pelo PDI são: 2,3,4,5,6. Na mensagem em questão o *HL7Reader* irá interpretar esta informação da seguinte forma:

Tipo de Valor	= Numérico	resultante da leitura do campo 2 (NM);
Sinal Vital	= Frequência Cardíaca	resultante da leitura do campo 3 (40^FC^SDN);
Monitor de Aquisição	= 0	resultante da leitura do campo 4 (0);
Resultado da Observação	= 60	resultante da leitura do campo 5 (60);
Unidade de medida	= batimentos por minuto	resultante da leitura do campo 6 (bpm);

O “campo 3” corresponde à identificação do sinal vital e inclui por três componentes:

- Um código numérico entre 0 e 65535 para identificação do parâmetro;
- Uma sigla do parâmetro;
- Uma sigla correspondente ao tipo de rede.

Por questões operacionais, recorreu-se ao suporte de uma base de dados que serve para armazenamento dos dados em bruto e para os preparar para serem apresentados. O sistema de gestão de base de dados(SGBD) utilizado é um Oracle® 10g. Para cada uma das mensagens recebidas pelo *HL7Reader*, os seus dados são separados em segmentos e estes em campos. Após esta operação os dados são inseridos na base de dados através da execução de um procedimento interno da mesma.

A Figura 5.3 ilustra os estados do interface *HL7Reader* e a sua ligação ao sistema de base de dados. O *HL7Reader* é um processo sempre contínuo entre o momento em que o doente é admitido e aquele em que sai, fazendo o processamento da mensagem recebida e o seu registo na base de dados.

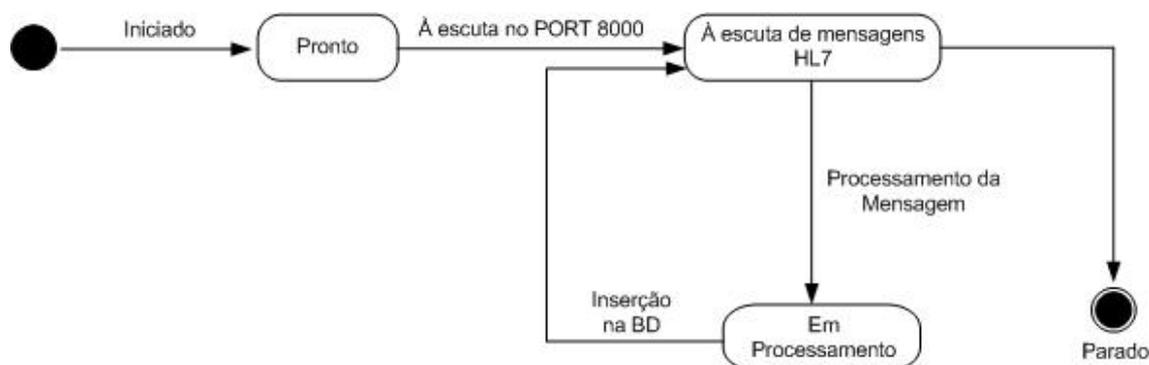


Figura 5.3: Diagrama de Estados do HL7Reader

## 5.2 Consolidação dos dados

Para o módulo de consolidação foi utilizada uma base de dados. O SGBD utilizado foi o Oracle® 10g e a sua escolha deveu-se ao facto de ser esta a ferramenta utilizada na maioria dos hospitais portugueses.

### 5.2.1 Modelo de dados

Os dados guardados na base de dados são agrupados de forma a terem um significado objectivo correspondente ao comportamento do doente num intervalo de tempo. O Percentil 50, ou mediana, foi o valor escolhido para reflectir os dados consolidados desse período de tempo. É uma medida de localização do centro da distribuição dos dados, correspondente ao valor que divide a amostra ao meio, ou seja, metade dos valores são menores ou iguais à mediana, enquanto que os restantes são superiores ou iguais. A vantagem da sua utilização em vez da média, por exemplo, é a de não ser influenciada por valores individuais erróneos e não significativos.

A Figura 5.4 mostra o esquema da base de dados utilizada neste projecto.

#### Tabela APLICACOES

Cada aplicação é identificada por um ID. Esta Tabela regista as aplicações que podem aceder aos dados monitorizados. É no campo “T\_INTERVALO” que se especifica a granularidade de tempo com que se pretende que os dados sejam monitorizados. Por exemplo: para a aplicação *Emergency.Room* os dados são considerados em intervalos de 5 minutos enquanto que para a aplicação *Intensive.Care* o intervalo de tempo para consolidação de

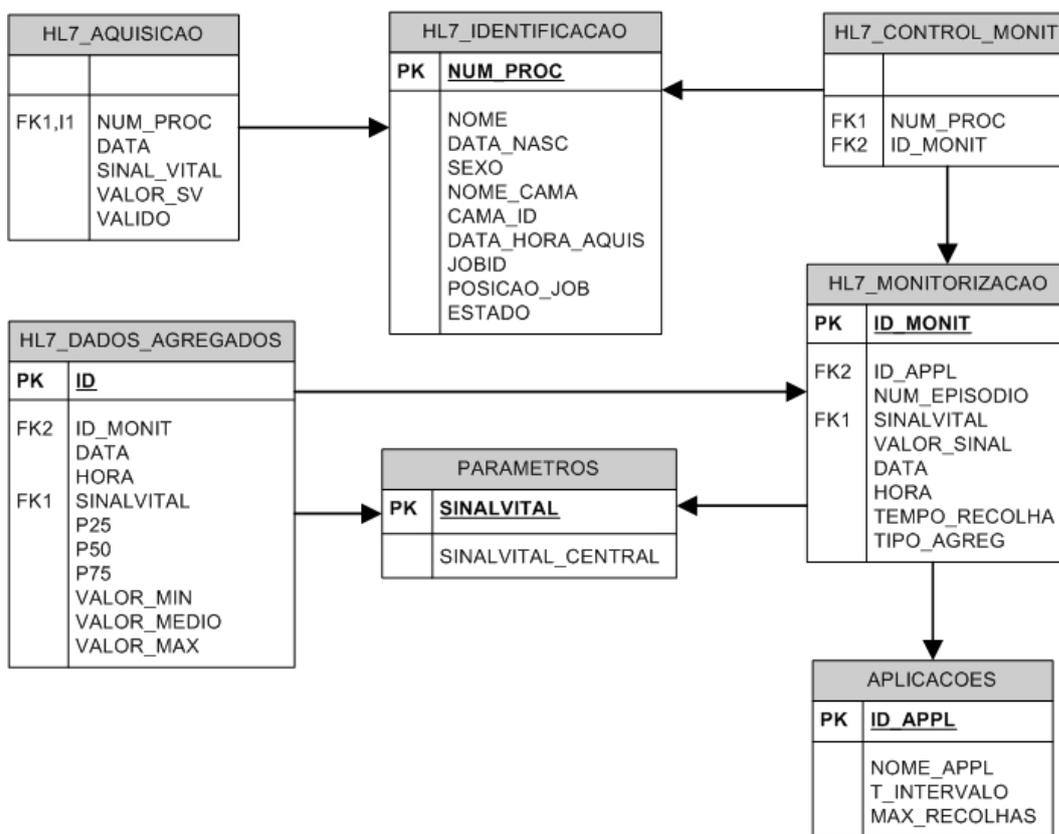


Figura 5.4: Esquema da Base de Dados

dados é de 30 minutos.

As granularidades diferentes têm a ver com a diferença de tempo médio de permanência dos doentes e com a natureza crítica do seu estado. O doente fica internado na Sala de Emergência 40 minutos aproximadamente e permanece no Serviço de Cuidados Intensivos Médicos uma média de 5 dias.

O campo “MAX\_RECOLHAS” identifica o máximo de recolhas a serem efectuadas por cada doente. Se o valor registado neste campo for 0 a recolha só será finalizada quando o doente tiver alta.

### Tabela PARAMETROS

É nesta Tabela que são especificados os parâmetros de sinais vitais que se pretendem adquirir. Todos os sinais vitais que não estiverem definidos nesta Tabela serão ignorados.

### **Tabela HL7\_IDENTIFICACAO**

Esta Tabela guarda os dados relativos à identificação do doente na unidade. Serve também para controlar qual o número do procedimento (*JOBID*) que executa procedimentos internos para um determinado doente.

### **Tabela HL7\_AQUISICAO**

Esta Tabela guarda os valores dos sinais vitais inseridos pelo *HL7Reader*. Controla, através do campo “VALIDO”, se um determinado valor já foi ou não consolidado.

### **Tabela HL7\_MONITORIZACAO**

Esta Tabela guarda os dados a serem apresentados pelas aplicações de registos clínicos. É com base nesta informação que o *Emergency.Room* apresenta os dados aos utilizadores. Contém o Número do Episódio <sup>2</sup>, o sinal vital e o valor que lhe corresponde, a data do último valor recolhido e o intervalo de tempo a que corresponde esse valor. Guarda também uma referência ao tipo de agregação efectuada para um sinal vital. Por exemplo, o registo:

“5462, 652973, FC, 56, 12102006,1230, 5, P50”

Pode ser interpretado da seguinte forma: O doente com o episódio número 652973, no dia 12-10-2006 às 12:30, teve uma mediana de 56 batimentos cardíacos correspondente aos últimos 5 minutos, ou seja no período entre 12:25 e as 12:30.

### **Tabela HL7\_CONTROL\_MONIT**

Esta Tabela controla a relação entre o doente e os episódios.

### **Tabela HL7\_DADOS\_AGREGADOS?**

Esta Tabela guarda os dados armazenados relativos a uma medida numa determinada data e com um tipo de agregação. Para cada sinal vital são registados o valor mínimo, médio e máximo, bem como o valor do Percentil 25, Percentil 50, e Percentil 75. Estes

---

<sup>2</sup>Episódio corresponde a um internamento do doente na unidade. Para cada internamento é atribuído um número de episódio diferente

dados podem servir para futuros estudos ou futuras apresentações. Estes dados constituem também um arquivo de dados consolidados.

### 5.2.2 Processo de Consolidação

Quando um doente é conectado ao sistema de monitorização, o *HL7Reader* inicia a recolha dos dados monitorizados. A base de dados começa de imediato a receber os dados. Só quando o doente é registado na aplicação *Emergency.Room* é que são despoletados procedimentos para a consolidação e preparação dos dados.

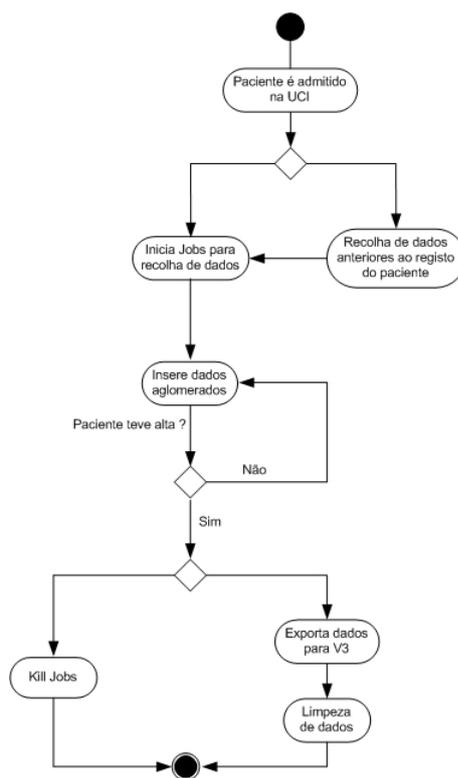
Um procedimento interno (*job*) é iniciado por cada doente. A sua função é consolidar dados, por doente, com uma granularidade de tempo definida no campo “T\_INTERVALO” da Tabela “APLICACOES”. Inicialmente, começa por verificar se já existem dados para consolidar, garantindo assim que não existe perda de dados quando o doente é internado na unidade de cuidados intensivos. O *Job* continuará a consolidar os dados enquanto o doente estiver internado. No processo de alta de um doente os dados são exportados para um arquivo de dados compatível com HL7 versão 3 (ver Secção 5.4 ) e é efectuada uma limpeza da Tabela “HL7AQUISICAO”. De seguida, o *Job* é eliminado.

A Figura 5.5 elucida as tarefas desempenhadas pelo *Job*.

## 5.3 Visualização dos Dados

Uma instalação do sistema PHILIPS® de monitorização de doentes tem integrado um módulo de software de visualização dos dados monitorizados, o *Intelliview*, que permite navegar nos dados monitorizados dos doentes a partir de um computador local. Verifica-se que os profissionais de saúde não utilizam este módulo devido a vários factores, mas a principal razão é o facto de não ter uma apresentação amigável dos dados. Note-se que o objectivo principal deste software é a monitorização dos dados e não a sua apresentação. Os utilizadores acabam por desistir da aprendizagem de interpretação o que implica que o modo de apresentação deva ser estudado e adaptado às suas necessidades [19], tendo sido esta uma das motivações do sistema proposto.

Uma das características mais importantes para os utilizadores na área da saúde é a velocidade de apresentação, a facilidade de utilização e o modo como os dados apresentados. Se um sistema não for intuitivo, não perdem tempo a aprender a trabalhar com ele [60].

Figura 5.5: Diagrama de Actividade do *Job*

Atendendo a estas características, na apresentação gráfica dos dados em UCI considerou-se o desenho do interface que satisfizesse as necessidades dos utilizadores[61]. De forma a minimizar o impacto da mudança do sistema de papel para a aquisição automática, a visualização dos dados foi desenhada o mais próxima possível com o registo em papel (ver Secção 4.2), tendo em consideração os métodos de trabalho a que os utilizadores estão habituados. A interacção dos utilizadores com a aplicação é um dos pontos chaves para o seu sucesso.

A Figura 5.6 é o exemplo do interface desenvolvido para apresentação dos dados monitorizados.

A Figura apresenta os dados da Tabela HL7\_MONITORIZACAO (ver Secção 5.2.1) que correspondem à mediana dos sinais vitais para períodos de 5 minutos. A grelha do lado esquerdo do écran apresenta os seis parâmetros adquiridos automaticamente:

- Tensão Arterial Sistólica(TA);
- Tensão Arterial Diastólica(TA);
- Frequência (FC);



Figura 5.6: Interface de Visualização de Sinais Vitais

- Frequência Respiratória (FR);
- Saturação de Oxigénio (SPO2);
- Temperatura (T);

A escala que acompanha esta grelha mostra um intervalo de tempo de 5 minutos, como foi definido na Tabela HL7\_APLICACOES (ver Secção 5.2.1).

O gráfico correspondente aos dados da grelha é visualizado do lado direito do écran. As séries e respectivos valores podem ser visualizados em separado. O utilizador tem a possibilidade de seleccionar as séries que pretende nas opções da parte superior do écran, como se pode ver na Figura 5.7. Neste caso, o gráfico apresentado contempla os valores da temperatura do doente.

A escala à esquerda do gráfico apresenta a variação possível para cada sinal vital. A escala inferior apresenta o tempo decorrido desde a admissão do doente, sendo a data e hora de admissão apresentados no campo superior esquerdo e que corresponde ao momento “00:00” da escala inferior.

O funcionamento da aplicação *Emergency.Room* é garantido mesmo que o sistema de aquisição automática falhe. O utilizador pode alterar o valor de um sinal vital na grelha,

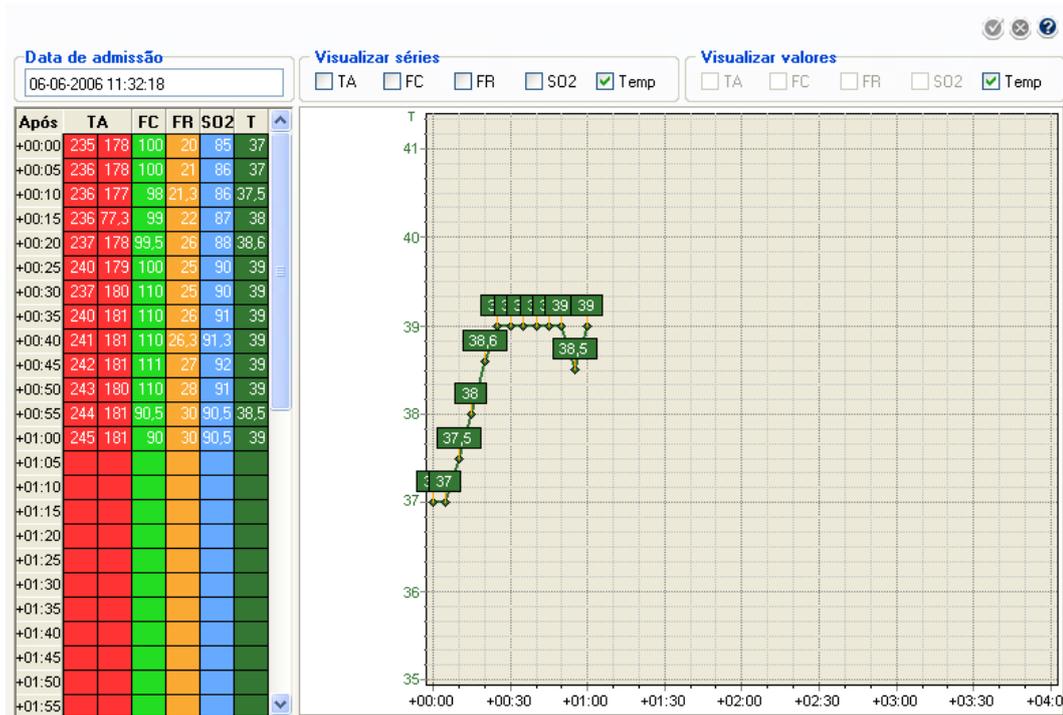


Figura 5.7: Detalhes da Visualização

que corresponde aos dados da Tabela HL7\_MONITORIZACAO. No entanto, existe sempre a possibilidade de recuperar um valor original pois os valores adquiridos automaticamente são também registados na Tabela HL7\_AGREGADOS.

Os profissionais de saúde, neste caso os enfermeiros, ficam libertos do registo dos dados em papel sendo estes substituídos por este registo electrónico disponível para toda a unidade. No entanto, podem imprimir o registo efectuado na aplicação, como se pode ver na Figura 5 (Anexo F). Com este sistema os médicos e enfermeiros podem dedicar-se a outro tipo de cuidados de saúde junto do doente [62, 63]. Os dados são mais fiáveis e ficam mais rapidamente disponíveis. O registo automático evita situações de inexistência de registo de dados quando, por exemplo, o doente está demasiado instável ocupando assim os profissionais em tarefas que não lhes permitem o registo dos sinais vitais.

O registo actual considerou somente os parâmetros dos aparelhos de monitorização. Este sistema pode ser facilmente estendido para também contemplar outro tipo de variáveis, como por exemplo, as que estão relacionadas com a alimentação. A inclusão de mais variáveis neste sistema poderá ser uma mais valia para futuros estudos[64, 65].

Um estudo publicado por Weiner, que compara as atitudes de médicos e enfermeiros face às adaptações tecnológicas em UCIs, conclui que os enfermeiros têm mais benefícios

do que os médicos relativamente ao tempo ganho com estes sistemas, tendo assim mais tempo para se “dedicar” ao doente [66]. O mesmo aconteceu aqui, apesar de os médicos terem mostrado bastante interesse neste tipo de processamento de dados.

No desenho do interface foi também tida em consideração uma futura utilização de dispositivos móveis na UCI com ecras de dimensão de 800 por 600 pixels, permitindo assim maior mobilidade e rapidez no acesso aos dados. A velocidade e facilidade de uso são uma das características mais valorizadas pelos clínicos [60].

A Figura 5.8 mostra o modelo de dispositivo já adquirido pelo Serviço de Cuidados Intensivos Médicos no qual se espera, num futuro próximo, vir a colocar em funcionamento a aplicação *Intensive.Care* com o módulo de aquisição e monitorização. Este dispositivo, possui um écran LCD com 10.4”, e tem instalado o sistema operativo Windows CE com 128 MB de RAM.



Figura 5.8: Dispositivo móvel

## 5.4 Arquivo de Dados

Quando os fornecedores de sistemas de informação utilizam formatos de dados e políticas de segurança diferentes, torna-se difícil a interoperabilidade de aplicações [67]. Os dados devem ser armazenados num formato universal de modo a garantir a sua troca sem dependências de formatos ou de plataformas. Relativamente ao tratamento e armazenamento

de dados, tem-se assistido nos últimos anos a um esforço de normalização baseado em XML [68, 69, 70].

O HL7 tem sido a norma de maior expansão na área da saúde. As empresas de software e hardware têm-se adaptado a esta evolução.

A melhor definição de interoperabilidade na área da saúde é a facilidade com que os sistemas de informação trabalham em conjunto na mesma organização de forma a garantir os melhores cuidados de saúde em termos individuais e colectivos [71, 72]. A interoperabilidade pode ser vista a dois níveis diferentes: funcional e semântica. A primeira está relacionada com a interacção entre dois ou mais sistemas para trocarem informação com base num conjunto de regras pré definidas. A segunda tem a ver com a capacidade que dois ou mais sistemas têm para trocar informação respeitante a um determinado domínio. O acordo entre as entidades que desenvolvem sistemas sobre qual o formato a utilizar na troca de dados é um passo fundamental para garantir essa tão desejada interoperabilidade.

Uma das preocupações neste projecto é a facilidade de acesso aos dados no futuro. O modo como ficam armazenados, tanto o formato como o espaço a ocupar, foram aspectos tidos em consideração. A versão 3 da norma HL7 foi utilizada com o objectivo de garantir a interoperabilidade actual e futura servindo assim a possibilidade de análises de dados e de estudos com base na informação acumulada.

O armazenamento dos sinais vitais recolhidos em base de dados origina um crescimento permanente da mesma. Para cada doente são recolhidos 6 parâmetros a cada 30 segundos correspondendo a 17280 registos por dia e a 0,4 MB por doente, com o tamanho de registo adoptado.

Uma Unidade de Cuidados Intensivos da dimensão do Hospital Pedro Hispano, tem uma média de 550 internamentos por ano e cada doente fica internado entre 5 a 6 dias. Assim são necessários 1.234 MB para armazenar os referidos dados monitorizados de cada doente. Tendo em consideração os preços reduzidos de discos para backups que são actualmente praticados, não se pode considerar que o espaço necessário por ano seja um valor que o Hospital não consiga suportar. Contudo, é necessário garantir a interoperabilidade futura dos dados e como tal, a opção foi transferir estes valores para o formato XML, compatível com a arquitectura *Clinical Document Architecture*(CDA) da norma HL7 versão 3.

O CDA é um modelo utilizado e testado por muitas entidades, tendo sido inclusive publicada a *Release 2* [52] (ver Secção 3.5.4). Escolheu-se o CDA pela facilidade de adaptação na construção de um interface a este modelo, por abranger a maioria da informação

médica e por ser um modelo testado com tendência a continuar a evoluir.

O armazenamento de dados num formato normalizado como é o HL7, fornece possibilidades para futuras análises e estudos. A comunicação de dados com a norma HL7 torna todo o sistema facilmente interoperável com outras aplicações do mesmo domínio e o modelo adoptado pode suportar outras aplicações na área médica.

### 5.4.1 Interface XML

A passagem dos dados para o formato compatível com o CDA foi conseguido através da utilização de um *package* de oracle: DMS\_XMLGEN [73], que suporta o interface entre a base de dados e o repositório de XML.

Este *package* contém procedimentos capazes de converter o resultado de uma query SQL num formato canónico de XML. A exportação de dados da base de dados é efectuada através da realização de uma query SQL, aplicada à Tabela “HL7\_AQUISICAO”, e da utilização da função *getXML()* que retorna um campo do tipo BLOB (Binary Large Object) com o XML correspondente.

Das principais características deste package destacam-se as seguintes:

- Todas as linhas da query mapeiam num elemento XML com um determinado nome (ROW por omissão);
- O resultado final da execução pode ser inserido num elemento com um nome escolhido (neste caso ClinicalDocument);
- Cada coluna da query é mapeada como um sub-elemento do elemento ROW ;
- O resultado da geração final pode ser validado com um *XML-Schema* (neste caso foi utilizado o *XML-Schema* do CDA).

Deste package só foi necessária a utilização de quatro outras funções para conseguir o resultado final pretendido: *XMLElement()*, *XMLAttributes()*, *XMLComment()* e *XMLAgg()*. O interface foi implementado num procedimento de Oracle que é executado sempre que o doente tem alta da UCI. Cada doente terá um documento do tipo CDA associado.

A vantagem deste modelo é que fornece às aplicações e estudos futuros a possibilidade de trabalharem com dados reais [74]. O desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão

em unidades de cuidado intensivos ou a aplicação de técnicas de *DataMining*, podem ter neste modelo uma maneira fácil de aceder a dados [75, 76].

## 5.4.2 Repositório de Dados de Sinais Vitais

Como já visto atrás, o objectivo do CDA HL7 versão 3 é a representação de documentos com conteúdos médicos [53].

O tipo de estrutura do CDA (ver Secção 3.5.4) escolhido para armazenar os dados foi o "Structured Body". O cabeçalho contém toda a informação necessária à identificação do doente, médico e hospital. A Secção utilizada do corpo da mensagem foi a "Vital Signs". A Figura 5.9 é o exemplo de um excerto do *Body* de uma mensagem validada num *XML-Schema* do CDA de dados adquiridos na versão HL7 versão 2.3. A sua visualização através de um *browser* com a aplicação de um *Stylesheet* está exemplificada na Figura 1 no anexo C.

A escolha deste formato de dados para armazenamento teve essencialmente a ver com o facto da sua estrutura conseguir englobar vários tipos de informação do doente. Deste modo será possível, se assim se entender, utilizar este tipo de documento para armazenamento do registo clínico do doente ou para trocar dados do mesmo com outras aplicações.

```
<component>
  <structuredBody>
<!--***** Physical Exam - Vital Signs *****-->
  <component>
    <section>
      <code code="8716-3"
        codeSystem="2.16.840.1.113883.6.1"
        codeSystemName="LOINC"/>
      <title>Vital Signs</title>
      <text>
        <table>
          <tbody>
            <tr>
              <th>Date</th>
              <th>Parameter</th>
              <th>Value</th>
            </tr>
            <tr>
              <td>20060215233130</td>
              <td>PNIs</td>
              <td>120</td>
            </tr>
            <tr>
              <td>20060215233130</td>
              <td>PNId</td>
            </tr>
          </tbody>
        </table>
      </text>
    </section>
  </component>
</structuredBody>
</component>
```

```

        <td>80</td>
    </tr>
    <tr>
        <td>20060215233130</td>
        <td>SP02</td>
        <td>95</td>
    </tr>
    <tr>
        <td>20060215233130</td>
        <td>Resp</td>
        <td>15</td>
    </tr>
    <tr>
        <td>20060215233130</td>
        <td>FC</td>
        <td>60</td>
    </tr>
    <tr>
        <td>20060215233130</td>
        <td>T1</td>
        <td>37.0</td>
    </tr>
</tbody>
</table>
</text>
</section>
</component>
</structuredBody>
</component>

```

Figura 5.9: Estrutura da Secção de "Vital Signs" do CDA

O tamanho de cada um destes documentos no disco, correspondente a cada doente, é de 2.531.328 bytes/dia para 6 parâmetros. Comparando este valor com o espaço ocupado pelos registos em base de dados (Tabela 5.1 ), vemos que o armazenamento em XML ocupa mais espaço, como seria de esperar.

Tipo de Arquivo	Espaço doente/Dia	Total Espaço/Ano
Base de Dados	0,4	1.234
Disco	2,41	7.436

Tabela 5.1: Espaço de armazenamento utilizado (valores em MB)

Actualmente, o espaço disponível no servidor para arquivo destes dados é de 64 GB. Significa isto que, e tendo em conta que não será efectuado nenhum *upgrade* de Hardware, o tempo de vida deste disco depende do tipo de arquivo que se pretenda efectuar. Na Tabela 5.2 podemos ver que o disco poderá durar 52 anos se o arquivo for efectuado a nível

de base de dados. Por outro lado, 9 anos será o tempo de vida se a opção for arquivar os dados no formato XML ou então 8 anos se pretender as duas opções.

<b>Tipo de Arquivo</b>	<b>Total Espaço/Ano</b>	<b>Duração em Anos</b>
Base de Dados	1.234	52
Disco	7.436	9
Ambas	8.671	8

Tabela 5.2: Anos de Arquivo

Qualquer uma destas estimativas garante que o espaço existente é suficiente para o tempo de vida do disco. Quando existir necessidade de mais espaço para armazenamento destes dados outros problemas já surgiram, como será o caso de actualização de software ou hardware, actualização da norma HL7, sistemas operativos ou outros.



# Capítulo 6

## Conclusões

O Capítulo anterior descreveu as quatro fases nas quais o trabalho implementado foi dividido. Neste Capítulo são verificados os objectivos inicialmente propostos e é descrito algum do trabalho futuro possível.

O trabalho aqui apresentado teve como objectivo integrar informação de dois sistemas diferentes em Unidades de Cuidados Intensivos. O resultado é um projecto de integração de dados que pode ajudar os médicos e enfermeiros a prestar melhores cuidados de saúde. Esta solução pode também ser vista como um processo sistemático de recolha de dados em UCIs, num formato normalizado, para análises futuras.

Com o desenvolvimento deste projecto demonstra-se que para a integração de sistemas não é necessária a utilização de ferramentas de custos elevados. A utilização de normas para a garantia da interoperabilidade entre sistemas começa a ser uma imposição, e a adopção da norma HL7 é uma opção.

A utilização de duas versões da norma foi uma mais valia deste projecto. A adaptação à versão 2.3 foi mais fácil mas mais complexa de implementar. Com a versão 3 aconteceu precisamente o contrário tornando-se mais difícil de perceber mas mais fácil de implementar.

### 6.1 Verificação dos objectivos

Para conseguir cumprir os objectivos inicialmente propostos, o trabalho desenvolvido foi dividido em quatro fases distintas: aquisição, consolidação, visualização e arquivo de

dados provenientes de uma UCI.

Os objectivos foram atingidos satisfatoriamente. O trabalho desenvolvido em cada uma das fases teve em consideração as restantes. Uma mais valia do projecto é a possibilidade de aplicação em separado de cada uma delas a uma outra área da saúde.

## **Aquisição dos dados**

O estudo dos sistemas entre os quais se pretendia integrar a informação foi moroso devido à falta de alguma documentação. A utilização de uma norma para troca de informação, mostrou ser uma aproximação eficaz ao problema. Esta aproximação tem a vantagem de facilitar a comunicação entre sistemas dado os interlocutores conseguirem trocar informação estruturada.

A utilização de uma API de Perl ajudou na comunicação entre os sistemas definindo-se com facilidade o fluxo da informação.

## **Consolidação dos dados**

A quantidade de informação gerada foi tratada ao nível da base de dados. A solução encontrada para o seu tratamento, através da execução de procedimentos internos do SGBD, foi uma solução eficaz. A utilização de um motor de base de dados como o Oracle<sup>®</sup>, para cálculos internos de consolidação dos dados, permitiu tirar partido da sua rapidez e disponibilidade de funções internas.

Os valores a serem apresentados foram preparados nesta fase. A escolha do valor da mediana para representação de um intervalo de tempo foi uma opção válida sendo este um valor adequado para representar o comportamento do doente nesse período.

## **Visualização dos dados**

A opção pela construção dos interfaces numa ferramenta como o Delphi, deveu-se ao facto de esta estar a ser utilizada para a construção de uma nova aplicação para a Sala de Emergência e permitir a construção de aplicações mais amigáveis para o utilizador. Apesar dos resultados obtidos com esta ferramenta terem sido satisfatórios, a visualização dos dados pode ser construída numa outra linguagem de programação.

As reacções dos utilizadores à apresentação dos dados foram boas. Os enfermeiros, que têm a tarefa de transcrever os sinais vitais para o papel e desenhar os respectivos gráficos, tiveram uma adaptação fácil. A primeira reacção teve a ver com a não obrigatoriedade de transcrever valores e desenhar gráficos.

No desenvolvimento do écran de apresentação dos dados foi tido em consideração uma aproximação do registo em papel a que estavam habituados. Deste modo o impacto de adaptação foi menor. Contudo o utilizador tem sempre a facilidade de alterar os valores registados pelo módulo de aquisição e imprimir o gráfico para anexar aos seus registos de papel.

O trabalho da classe de enfermagem fica facilitado e espera-se que esta fique com mais tempo livres para outras tarefas. Os médicos passam também a ter um modo de acompanhar o doente de uma forma mais fiável e com a possibilidade de interligar dados no futuro.

## Arquivo da informação

O aumento dos conhecimentos médicos e tecnológicos originam uma evolução dos sistemas ligados aos doentes e conseqüentemente a informação cresce, muitas vezes, de uma forma desordenada [77]. O arquivo de dados num formato universal, como é o caso do XML, oferece uma nova visão à integração de dados [78] e a utilização de normas é uma óptima solução para garantir a tão desejada interoperabilidade da informação médica.

O formato adoptado para o arquivo da informação gerada vai ao encontro da evolução das tecnologias de informação. A estruturação da informação num documento conforme a arquitectura CDA oferece a possibilidade de análises futuras. Contudo, o acesso aos dados para análise futura pode ser feita através de acesso directo ao SGBD, não sendo obrigatório utilizar os dados exportados para a versão 3 do HL7.

A escolha do CDA deveu-se essencialmente à abrangência de informação que este tipo de documento consegue ter. A possibilidade de no futuro integrar, nestes documentos, mais informação relativa ao doente não foi colocada de parte.

A construção do interface para exportação de dados na versão 3 da norma HL7 foi feita ao nível do SGBD. Mais uma vez, a utilização de um motor de base de dados, como é o Oracle<sup>®</sup>, foi vantajoso devido às funções predefinidas para gerar informação estruturada, como é o caso do XML.

## 6.2 Trabalho Futuro

Muito há por fazer e muito se espera ainda fazer.

O módulo de apresentação dos dados irá ser utilizada em sistemas portáteis e como tal, vão surgir novos requisitos e deverão ser efectuadas alterações para que o sucesso deste projecto continue a ser uma realidade.

A forma de apresentação dos dados deverá continuar a ser melhorada, obviamente, de uma forma gradual para que o impacto para os utilizadores seja mínimo. A possibilidade de ampliação, mudança de escalas, anotações por parâmetro, são melhoramentos que se pensa vir a desenvolver de forma a explorar a interactividade do utilizador com o sistema [79].

Tendo em consideração a importância que um valor adquirido pode ter no estudo do estado do doente num determinado momento e perceber, por exemplo, se a administração de um medicamento teve ou não efeitos negativos, será importante não deixar que os mesmos sejam alterados. Estes devem manter-se e uma nota deverá poder ser adicionada eliminando-se assim a possibilidade do utilizador substituir os valores adquiridos automaticamente, como é possível actualmente.

O desenvolvimento de um sistema de alertas em função dos valores recolhidos, e a construção de um sistema de apoio à decisão com base nestes valores é algo que também está nos planos desta equipa. O exemplo de um alerta seria uma situação em que o sistema avisa o utilizador de um erro que esteja a ser cometido com base num sinal vital adquirido conjugado com uma determinada medicação que está a ser administrada.

O interesse por parte da PHILIPS® nesta integração de dados tem-se mostrado elevado tendo já surgido convites para uma parceria em concursos públicos, sendo a PHILIPS® o fornecedor do hardware usado nesta aplicação.

Relativamente ao facto do profissional de saúde ter que registar o mesmo doente em aplicações diferentes, esta será uma tarefa a cair em desuso. Foi proposto pela PHILIPS® que a aplicação *Intensive.Care* registre o doente directamente no seu sistema através de uma API específica para o efeito. Deste modo elimina-se uma fonte de possíveis erros.

Aprendeu-se com este projecto que para o desenvolvimento de aplicações na área médica deve existir uma forte aproximação com os profissionais de saúde de forma a perceber as suas necessidades do dia a dia. Não basta o que se lê nos livros, é preciso acompanhar os utilizadores, perceber os seus hábitos e as suas regras de trabalho, e, criar relações

de amizade para que exista confiança de ambas as partes. O sucesso de uma aplicação informática depende muitas vezes desta relação.

Espera-se poder continuar a trabalhar com estas equipas nos moldes que se tem vindo a fazer e que os horizontes na integração de dados para a saúde se venham a alargar.



# Bibliografia

- [1] Kai U. Heitmann, Bernd Blobel, and Joachim Dudeck. *HL7 Communication standard in medicine - Short introduction and information*. Verlag Alexander Monch, <http://www.moench-online.de/verlag/data/medizin.php>, 1999. ISBN 3-933819-06-7.
- [2] Neotool. The HL7 Evolution. <http://www.neotool.com/pdf/HL7-Evolution-Comparing-V2-to-V3.pdf>, 2006.
- [3] Andrew Hinchley. *Understanding Version 3 - A primer on the HL7 Version 3 Communication Standard*. Alexander Monch Publishing, 2005.
- [4] Mirth. Interface Mirth. <http://www.mirthproject.org/>. Data de Consulta: Dezembro 2006.
- [5] C. J. McDonald and W. M. Tierney. Computer-stored medical records. Their future role in medical practice. *JAMA*, 259(23):3433–3440, 1988.
- [6] A.J. Sims, A. Pay, and B.G. AU Watson. An architecture for the automatic acquisition of vital signs by clinical information systems. *Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on*, 4(1):74–75, March 2000.
- [7] J.W. Lebak, J. Yao, and S. Warren. HL7-Compliant Healthcare Information System for Home Monitoring. *Information Technology in Biomedicine, IEEE Transactions on*, 2:3338– 3341, Sept 2004. Engineering in Medicine and Biology Society, 2004. EMBC 2004. Conference Proceedings.
- [8] E. Monteiro. Integration Health Information Systems: A Critical Appraisal. *Schattauer GmbH*, 2003. Dept. of Computer and Information Science; Norwegian University of Sience and Tecnology, Trondheim, Norway.
- [9] Noothoven van Goor L; De Moor; G McDonald C;. Standardisation in health care informatics and telematics in Europe: CEN 251 activities. *IOS Press*, Progress in standardization in health care informatics, Amsterdam:1–13, 1993.
- [10] Charles N. Mead. Data Interchange Standards in Healthcare IT - Computable Semantic Interoperability: Now Possible but Still Difficult, Do We Really Need a Better Mousetrap? *Journal of Healthcare Information Management*, 20(1):71–78, 2006.

- [11] McDonald C. The barriers to Electronic Medical Record Systems and how to overcome them. *Journal of the American Medical Informatics Association*, pages 4(3):213–221, 1997.
- [12] Ch. S. Garrard. Human-computer interactions: can computers improve the way doctors work? *Schweiz Med Wochenschr*, (130):1557–63, 2000.
- [13] Renske K. Los, Astrid M. van Ginneken, Marcel de Wilde, and Johan van der Lei. "opensde: Row modeling applied to generic structured data entry". *J Am Med Inform Assoc*, 11(2):162–165, 2004.
- [14] Robert Blumberg and Shaku Atre. The Problem with Unstructured Data. *DM Review Magazine*, February 2003.
- [15] Renske K. Los, Astrid M. van Ginneken, and Johan van der Lei. OpenSDE: A strategy for expressive and flexible structured data entry. *International Journal of Medical Informatics*, 74:481–490, April 2005.
- [16] HL7 Organization. <http://www.hl7.org>. Data de Consulta: Dezembro 2006.
- [17] E. Andrew Balas. Information Systems Can Prevent Errors and Improve Quality. *J Am Med Inform Assoc*, 8(4):398–399, 2001.
- [18] David W. Bates, Michael Cohen, Lucian L. Leape, J. Marc Overhage, M. Michael Shabot, and Thomas Sheridan. Reducing the Frequency of Errors in Medicine Using Information Technology. *J Am Med Inform Assoc*, 8(4):299–308, 2001.
- [19] Nancy Staggers and David Kobus. Comparing Response Time, Errors, and Satisfaction Between Text-based and Graphical User Interfaces During Nursing Order Tasks. *J Am Med Inform Assoc*, 7(2):164–176, 2000.
- [20] Reed M. Gardner, William L. Hawley, Thomas D. East, Thomas A. Oniki, and Hsueh-Fen W. Young. Real time data acquisition: recommendations for the medical information bus (MIB). *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 8(4):251–258, December 1991.
- [21] Hospital Pedro Hispano. <http://www.ulsm.pt>. Data de Consulta: Dezembro 2006.
- [22] King's Fund Health Quality Service. <http://www.hqs.org.uk>. Data de Consulta: Dezembro de 2006.

- [23] Laudon KC and Laudon JP. *Information Systems: A problem-Solving Approach*. The Dryden Press, third edition edition, 1995.
- [24] D. A. Lindberg and B. L. Humphreys. Computers in medicine. *The Journal of the American Medical Association*, 273(21), June 7 1995.
- [25] H. U. (Hans-Ulrich) Prokosch and J. (Joachim) Dudeck. *Hospital Information Systems*. Elsevier Health Sciences, Nov 1995.
- [26] A. Gomez Perez and V. R. Benjamins. Applications of Ontologies and Problem-Solving Methods. *AI-Magazine*, 20(1):119–122, 1999.
- [27] Andrew Tanenbaum. *Computer Networks*. Prentice Hall, 4 th edition, August 2002. ISBN-10: 0-13-066102-3.
- [28] Jim Casey and Elizabeth Redding. *Designing Healthcare Solutions With Microsoft BizTalk Server 2004*. AGILITY PRESS, 2004.
- [29] Microsoft. BizTalk Accelerator for HL7. <http://www.microsoft.com/biztalk/evaluation/hl7/default.aspx>, August 2004. Data de Consulta: Dezembro 2006.
- [30] Oliver Johannes Bott. The Electronic Health Record: Standardization and Implementation. [http://www.openecg.net/WS2\\_proceedings/Session08/S8.1\\_PA.pdf](http://www.openecg.net/WS2_proceedings/Session08/S8.1_PA.pdf), 2004. 2nd OpenECG Workshop, Berlin, Germany.
- [31] CENTC251. Centc251. <http://www.centc251.org>. Data de Consulta: Dezembro 2006.
- [32] iee. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. [www.ieee.org](http://www.ieee.org). Data de Consulta: Dezembro 2006.
- [33] ACR. American College of Radiology. [http://www.acr.org/s\\_acr/index.asp](http://www.acr.org/s_acr/index.asp). Data de Consulta: Dezembro 2006.
- [34] NEMA. National Electrical Manufacturers Association. <http://medical.nema.org/>. Data de Consulta: Dezembro 2006.
- [35] Ed. Anthony J. Senagore. Thomson Gale. *Vital Signs*. Encyclopedia of Surgery., <http://health.enotes.com/surgery-encyclopedia/vital-signs>, 16 October 2006.
- [36] Waytt JC. Clinical data systems part 1:Data and medical records. *Lancet*, (344):1543–7, December 1994.

- [37] Wofford DA, Schmitt KF. Financial analysis projects clear returns from electronic medical records. *Healthc Financ Manage.*, 1(56):52–7, Jan 2002. ISSN: 0735-0732.
- [38] M. Berger, J. Revely, J. Wasserfallen, A. Schmid, S. Bouvry, M. Cayeux, M. Musset, P. Maravic, and R. Chiolero. Impact of a computerized information system on quality of nutritional support in the ICU. *Elsevier Article Locator*, 22(3):221–239, November 2006. Issue 3.
- [39] Unisaft. Unisaft. <http://www.staff2k.com/index2.html>. Data de Consulta: Dezembro 2006.
- [40] Clinisoft. <http://www.datex-ohmeda.fr>. Data de Consulta: Dezembro 2006.
- [41] iMDsoft. iMD-soft. Clinical information system for critical care. Available at: <http://www.imdsoft.com/>. Data de Consulta: Dezembro 2006.
- [42] Marleen de Mul, Marc Berg, and Jan A Hazelzet. Clinical information systems: CareSuite from Picis. *Journal of Critical Care*, 19(4):208–214, 2004.
- [43] ProScribe. Proscribe. <http://www.philips.com>. Data de Consulta: Dezembro 2006.
- [44] SBIM. Intensive.Care. <http://epr.med.up.pt/intensive/>. Data de Consulta: Dezembro 2006.
- [45] NetBeans. NetBeans Community. <http://www.netbeans.org/products/ide/>. Data de Consulta: Dezembro 2006.
- [46] IntelliVue MP30. <http://www.medical.philips.com>. Data de Consulta: Dezembro 2006.
- [47] American National Standards Institute. <http://www.ansi.org/>. Data de Consulta: Dezembro 2006.
- [48] International Organization for Standardization. <http://www.iso.org/iso/en/> ISOOnline.frontpage. Data de Consulta Dezembro: 2006.
- [49] HL7. HL7 V3 Guide. <http://www.hl7.org/v3ballot/html/help/v3guide/v3guide.htm>. Data de Consulta: Julho 2005.
- [50] HL7 Organization. *Clinical Document Architecture Release 2.0, Committee-level Ballot 02*. <http://www.hl7.org>, release 2.0 edition, December 2003. Data de Consulta: Dezembro 2006.

- [51] Robert H. Dolin, Liora Alschuler, Calvin Beebe, Paul V. Biron, Sandra Lee Boyer, Daniel Essin, Elliot Kimber, Tom Lincoln, and John E. Mattison. The HL7 Clinical Document Architecture. *J Am Med Inform Assoc*, 8(6):552–569, 2001.
- [52] Robert H. Dolin, Liora Alschuler, Sandy Boyer, Calvin Beebe, Fred M. Behlen, Paul V. Biron, and Amnon Shabo (Shvo). HL7 Clinical Document Architecture, Release 2. *J Am Med Inform Assoc*, 13(1):30–39, 2006.
- [53] Jeffrey M. Ferranti, R. Clayton Musser, Kensaku Kawamoto, and W. Ed Hammond. The Clinical Document Architecture and the Continuity of Care Record: A Critical Analysis. *J Am Med Inform Assoc*, 13(3):245–252, 2006.
- [54] Reed M. Gardner, William L. Hawley, Thomas D. East, Thomas A. Oniki, and Hsueh-Fen W. Young. Real time data acquisition: recommendations for the medical information bus (MIB). *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 8(4):251–258, 1991/12.
- [55] Young W.H., Gardner R.M., East T.D., and Turner K. Computerized ventilator data selection: artifact rejection and data reduction. *International Journal of Clinical Monitoring Computing*, 14(3):165–176(12), August 1997.
- [56] Cunningham S., Deere S., Elton R.A., and McIntosh N. Comparison of nurse and computer charting of physiological variables in an intensive care unit. *International Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 13(4):235–241(7), November 1996.
- [57] Robert Bosman, Emmy Rood, Heleen Oudemans – van Straaten, Johan Van der Spoel, Johannus Wester, and Durk Zandstra. Intensive care information system reduces documentation time of the nurses after cardiothoracic surgery. *Intensive Care Medicine*, 29(1):83–90, January 2003. ISSN 0342-4642 (Print) 1432-1238 (Online).
- [58] Lise Poissant, Jennifer Pereira, Robyn Tamblyn, and Yuko Kawasumi. The impact of electronic health records on time efficiency of physicians and nurses: A systematic review. *J Am Med Inform Assoc*, 12(5):505–516, 2005.
- [59] Bourke M. Strategy and architecture for health care information systems. 1994. New York: Springer-Verlag.
- [60] Terry P. Clemmer. Computers in the ICU: Where We Started and Where We Are Now. *Journal of Critical Care*, 19(4):201–207, December 2004.

- [61] P. G. H. Metnitz and K. Lenz. Patient data management systems in intensive care - the situation in Europe. *Intensive Care Medicine*, 21(9):703–715, September 1995.
- [62] Kelly WJ, O'Brien J, Baartz S, and Zelcer J. Clinical information systems and quality of care in the intensive care unit. *MedInfo*, (2):1042–6, 1995.
- [63] Pietropaoli P. and Donati A. Clinical information systems and quality of care in intensive care medicine: state of the art. *Minerva Anesthesiology*, 70(06):521, 2004.
- [64] Suzanne Bakken Henry. Informatics: Essential Infrastructure for Quality Assessment and Improvement in Nursing. *Journal of the American Medical Informatics Association*, 2:169–182, 1995.
- [65] K. Saarinen and M. Aho. Does the implementation of a clinical information system decrease the time intensive care nurses spend on documentation of care? *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 49(1):62–65, 2005.
- [66] Michael Weiner. Contrasting Views of Physicians and Nurses about an Inpatient Computer-based Provider Order-entry System. *J Am Med Inform Assoc*, pages 6: 234–244., 1999.
- [67] Amnon Shabo. The implications of electronic health records for personalized medicine. *Personalized Medicine*, 2(3):251–258, 2005.
- [68] Extensible Markup Language. <http://www.w3.org/XML>. Data de Consulta: Dezembro 2006.
- [69] Ralf Schweiger, Simon Hoelzer, Udo Altmann, Joerg Rieger, and Joachim Dudeck. Plug-and-Play XML: A Health Care Perspective. *J Am Med Inform Assoc*, 9(1):37–48, 2002.
- [70] Nathan C. Hulse, Roberto A. Rocha, Guilherme Del Fiol, Richard L. Bradshaw, Timothy P. Hanna, and Lorrie K. Roemer. KAT: A Flexible XML-based Knowledge Authoring Environment. *J Am Med Inform Assoc*, 12(4):418–430, 2005.
- [71] Jan Walker, Eric Pan, Douglas Johnston, Julia Adler-Milstein, David W. Bates, and Blackford Middleton. The Value Of Health Care Information Exchange And Interoperability. *Health Aff*, page hlthaff.w5.10, 2005.
- [72] HIMSS - Interoperability definition and background. <http://www.himss.org/>. Approved by HIMSS Board of Directors 06/09/05.

- [73] DBMS-XMLGEN. <http://www.oracle-base.com/articles/9i/XMLGeneration9i.php>. Data de Consulta: Dezembro 2006.
- [74] V Nenov and J Klopp. Remote analysis of physiological data from neurosurgical ICU patients. *J Am Med Inform Assoc*, 3(5):318–327, 1996.
- [75] Manuel F. Santos, Pedro Gago, Pailo Cortez, Álvaro Silva, and Fernando Ru. Intelligent Decision Support in Intensive Care Medicine. In Zita Vale, Carlos Ramos, and Luiz Faria, editors, *Knowledge and Decision Technologies*, pages 401–405, Porto - Portugal, April 2005. Instituto Politécnico do Porto.
- [76] Alberto Freitas, Francisco Cunha, Altamiro Costa-Pereira, and Pavel Brazdil. Application of Classification Techniques in Medical Data. In Zita Vale, Carlos Ramos, and Luiz Faria, editors, *Knowledge and Decision Technologies*, pages 117–123, Porto - Portugal, April 2006. Instituto Politécnico do Porto.
- [77] Edward H. Shortliffe and Don E. Detmer. *Patient Records and Computers*, 1991.
- [78] A. Shabo, S. Rabinovici-Cohen, and P. Vortman. Revolutionary impact of XML on biomedical information interoperability - Author Bios. *IBM Systems Journal*, 45(2), 2006.
- [79] Catherine Plaisant, Richard Mushlin, Aaron Snyder, Jia Li, Dan Heller, and Ben Shneiderman. Lifelines: Using visualization to enhance navigation and analysis of patient records. *American Medical Informatic Association Annual Fall Symposium*, 9-11:76–80, November 1998.



# Anexos



# Anexo A

	Mirth	Cloverleaf	Iguana	HL7Conne	NeoIntegrate
Interface de desenvolvimento para criar, testar interfaces, scripts, filtros e transformações	✓	✓	✓	✓	✓
Interface de monitorização em tempo real	✓	✓	✓	✓	✓
Encriptação, Segurança e Auditoria de dados	✓	✓	✗	✓	✗
Suporta mensagens do tipo ANSI X12	✗	✓	✗	✗	✗
Logging e histórico de mensagens	✓	✓	✗	✓	✓
Conexão a Bases de Dados	Oracle SQL Server My SQL PostgreSQL Sybase Qualquer DB que use JDBC	Só liga por ODBC	Oracle SQL Server My SQL Ms Access	SQL Server MySQL Sybase Interbase	Ms Access SQL Server ODBC
Sistema de alertas	✗	✓	✗	✓	✓
Protocolos para integração de mensagens	TCP/IP,LLP,UDP HTTP/HTTPS FTP POP3 SMTP/SMTPS IMAP/IMAPS JMS SSL File J2EE Application	TCP/IP,LLP HTTP MQSeries FTP File FTP FTP POP3 IMAP SNA	LLP FTP DLL	LLP File HTTP Email DLL	TPC/IP,LLP File HTTP
Linguagens(script)suportadas para transformação de mensagens	JavaScript c/ E4X Java Python (Planned) TCL (Planned)	TCL Java	Python	JScript VBScript	XSLT
Suporte para tradução de mensagens através via ETL	✓	✓	✓	✗	✓
Conexão a WebServices via SOAP	✓	✓	✗	✗	✓
Framework aberta para criação e partilha de novos adaptadores	✓	✗	✗	✗	✗
Gratuito e OpenSource	Mozilla Public License	✗	✗	✗	✗

Tabela 1: Interfaces de HL7 [4]



# Anexo B

Nº	Tamanho	Tipo	Obrigatório	Utilizado	Nome	Descrição
<b>Segmento MSH</b>						
1	1	ST	Sim	Sim	Campo Separador	Campo que separa o Segmento do resto das mensagens.
2	4	ST	Sim	Sim	Caracteres Separadores	Caracteres separadores a serem utilizados no resto da mensagem
3	180	HD	Não	Não	Aplicação de Envio	
4	180	HD	Não	Não	<i>Sending Facility</i>	
5	180	HD	Não	Não	Aplicação de recepção	
6	180	HD	Não	Não	Receiving Facility	
7	26	TS	Não	Não	Date/Hora da Mensagem	
8	40	ST	Não	Não	Segurança	
9	7	CM	Sim	Sim	Tipo de Mensagem	NMD para network time messages ou ORU para parameter reporting messages.
10	20	ST	Sim	Sim	ID da Mensagem	ID único que identifica a cada uma das mensagens recebidas
11	3	PT	Sim	Sim	ID Processamento	Sempre a P - Produção.
12	60	VID	Sim	Sim	Versão do HL7	Versão do H17 .
13	15	NM	Não	Não	Num. Sequencial	
14	180	ST	Não	Não	Continuation Pointer	
15	2	ID	Não	Não	Tipo de Acknowledge	
16	2	ID	Não	Não	Num. do Acknowledge	
17	2	ID	Não	Não	Código do País	
18	16	ID	Não	Sim	Tipo de Caracteres	Encriptação 8859/1
19	60	CE	Não	Não	Idioma da Mensagem	
20	20	ID	Não	Não	Caracteres Alternativos	
<b>Segmento PID</b>						
1	4	SI	Não	Não	Set ID	
2	20	CX	Não	Não	Patient ID	
3	20	CX	Sim	Sim	Patient Identifier List	ID do doente tal como foi introduzido na Central. Se não existirem dados, este campo conterá o valor NULL.
4	20	CX	Não	Não	Alternate Patient ID	
5	48	XPN	Sim	Sim	Patient Name	ID do doente tal como foi introduzido na Central. O formato depende do tipo de mensagem configurado.
6	48	XPN	Não	Não	Mother.s Maiden Name	

7	26	TS	Não	Sim	Date/Time Birth	O formato é YYYYMMDD. Contém NULL se nenhum valor for inserido. Este campo não é utilizado quando configurada na central "PDS Compatible".
8	1	IS	Não	Sim	Sex	Sexo do doente tal como foi introduzido na Central. O formato é: Masculino: M Feminino: F Desconhecido: U. Este campo não é utilizado quando configurada na central "PDS Compatible".
<b>Segmento PV1</b>						
1	4	SI	No	No	Set ID	
2	1	IS	Yes	Yes	Patient Class	Sempre a I (Inpatient)
3	80	PL	No	Yes	Localização do doente	Formato <point of care>^<room >^<bed >
<b>Segmento OBR</b>						
1	4	SI	Não	Não	Set ID	
2	22	EI	Não	Não	Placer.s Order	
3	22	EI	Não	Não	Filler.s Order	
4	200	CE	Sim	Não	Universal Service Identifier	
5	2	ID	Não	Não	Priority	
6	26	TS	Não	Não	Requested Date/time	
7	26	TS	Não	Sim	Observation Date/Time	
<b>Segmento OBX</b>						
1	4	SI	Não	Não	Set ID	
2	3	ID	Sim	Sim	Value Type	NM para valores numéricos, ST para strings ; TX para texto
3	80	CE	Sim	Sim	Observation Identifier	ID da observação
4	20	ST	Não	Sim	Observation Sub-ID	Número entre 0 e 67. Identifica o monitor que efectuou a aquisição.
5	65	ST	Sim	Sim	Observation Results	Resultado da observação ou alerta.
6	60	CE	Não	Sim	Units	Informação sobre a unidade.
7	60	ST	Não	Não	Reference Range	
8	5	ID	Não	Não	Abnormal Flags	
9	5	NM	Não	Não	Probability	
10	2	ID	Não	Não	Nature of Abnormal Test	
11	1	ID	Não	Sim	Observation Result Status	Sempre a F (Final)".
12	26	TS	Não	Não	Date last Observed Normal Values	
13	20	ST	Não	Sim	User Defined Access Checks	Indica o tipo de parâmetro : PERIODIC, APERIODIC, SETTING, CONFIGURATION. Se estiver vazio indica que é PERIODIC.
14	26	TS	Não	Sim	Date/Time of Observation	Data e hora da aquisição do parâmetro e só está activo quando forem parâmetros APERIODIC.
15	60	CE	Não	Não	Producer's ID	
16	80	XCN	Não	Não	Responsible Observer	
17	60	CE	Não	Não	Observation Method	

Tabela 2: Estrutura da Mensagem ORU por Segmento

# Anexo C

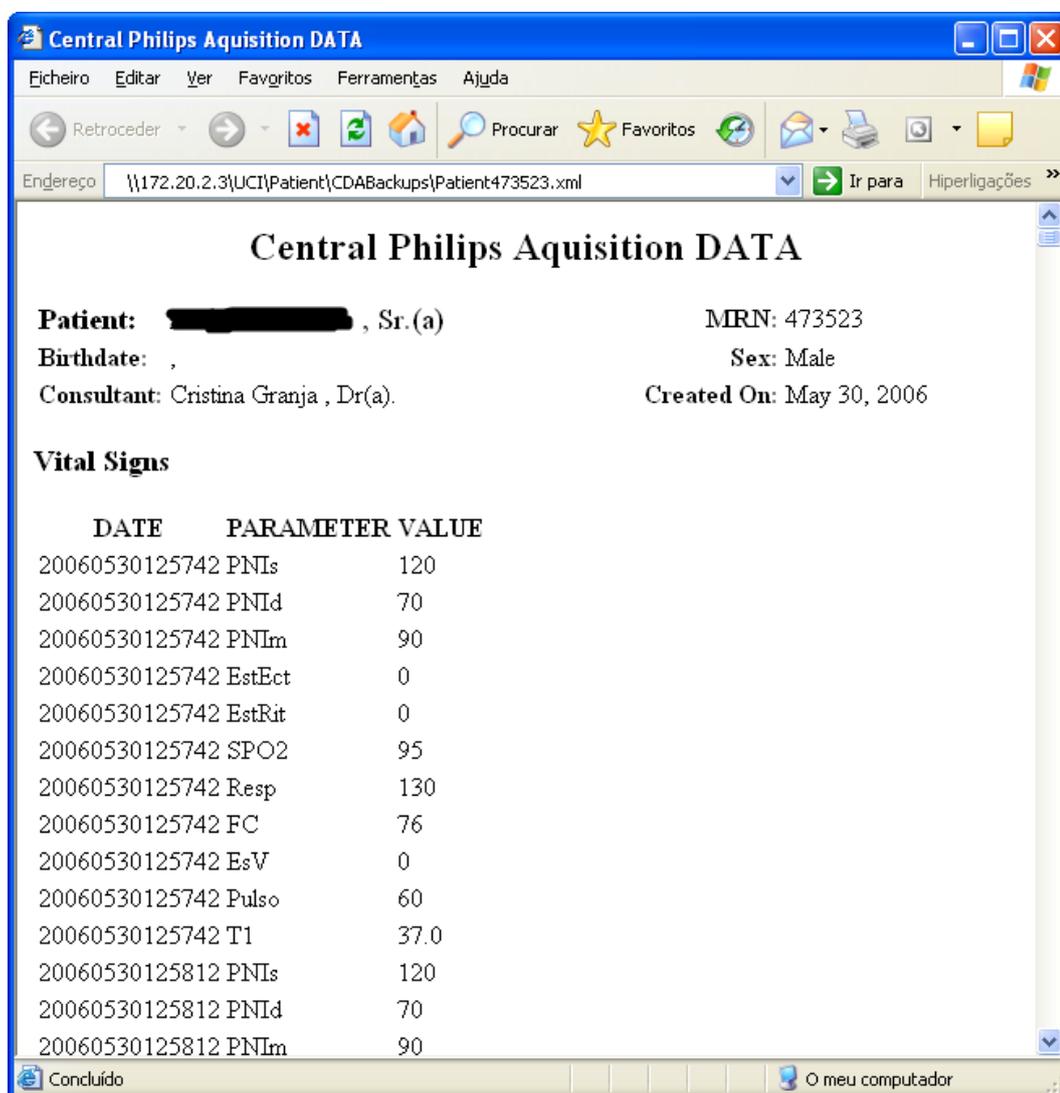


Figura 1: Exemplo de Arquivo de dados de um doente na versão 3



# Anexo D

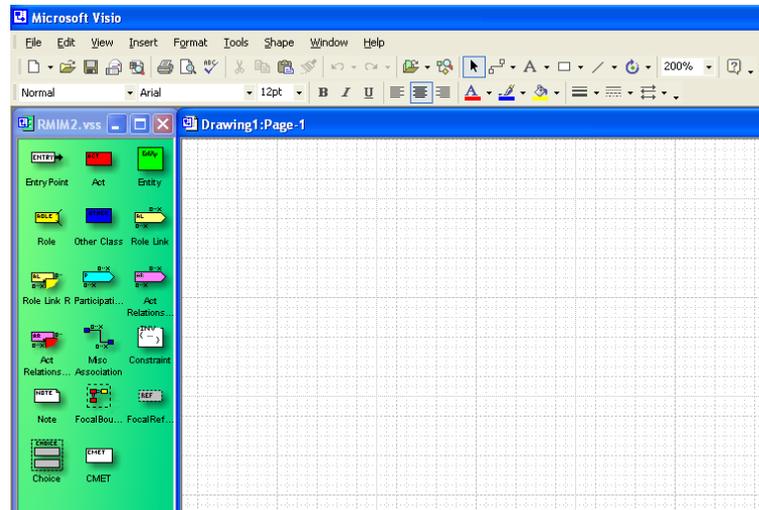


Figura 2: Microsoft Visio Template

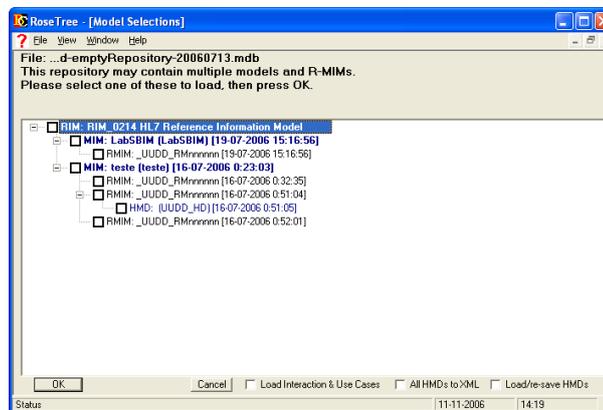


Figura 3: RoseTree







# Anexo F

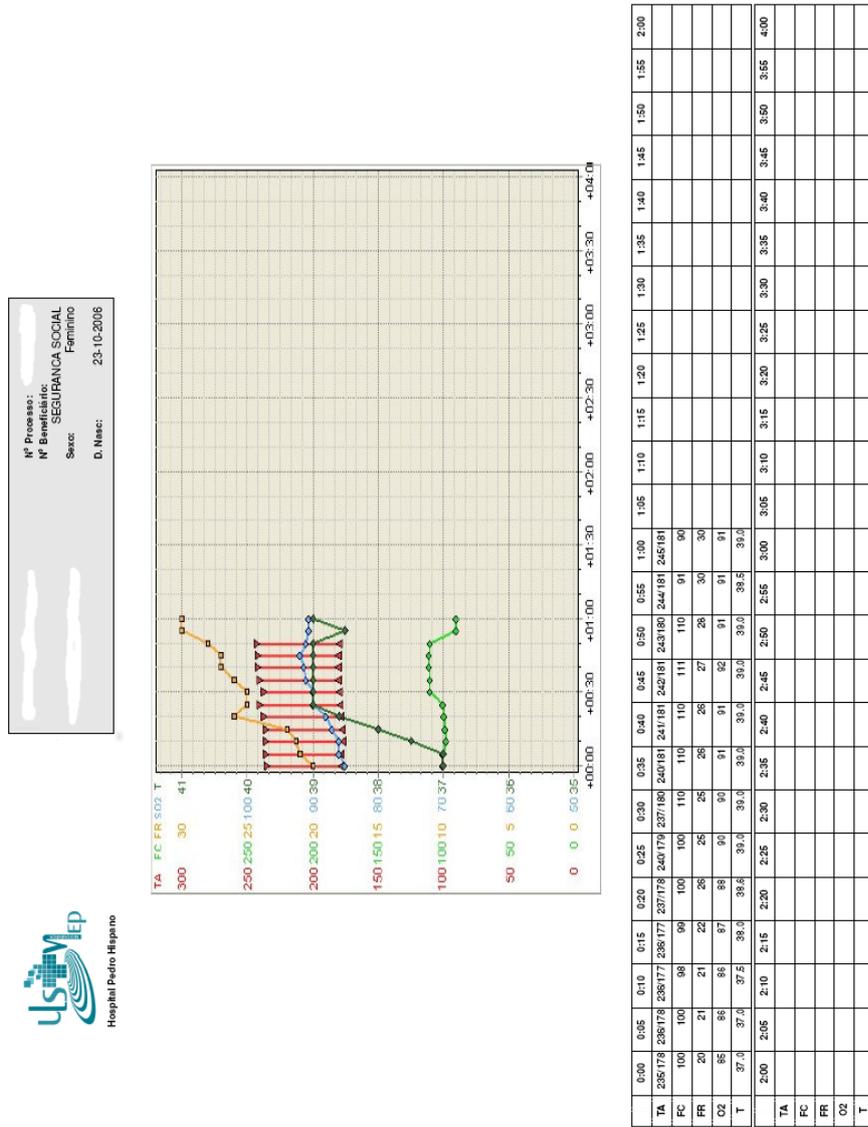


Figura 5: Registo em papel impresso pela aplicação *Emergency.Room*