

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA  
ELÉTRICA

UMA PROPOSTA DE UM PADRÃO  
PARA SOFTWARE ORTODONTICOS

ANTONIO FERDINANDO MAGNI

ORIENTADOR: PROF. RAFAEL TIMÓTEO DE SOUSA JUNIOR

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

PUBLICAÇÃO: PPGENE.DM -017A/06

BRASÍLIA/DF: AGOSTO- 2006

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

UMA PROPOSTA DE UM PADRÃO PARA SOFTWARE  
ORTODONTICOS

ANTONIO FERDINANDO MAGNI

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE.

APROVADA POR:

---

**PROF. RAFAEL TIMÓTEO DE SOUSA JUNIOR, Doutor**  
**(ORIENTADOR)**

---

**RICARDO STACIARINI PUTINI, Doutor**  
**(EXAMINADOR INTERNO)**

---

**PROF. LI WEIGANG, PhD**  
**(EXAMINADOR EXTERNO)**

BRASÍLIA/DF, 24 DE AGOSTO DE 2006

## **FICHA CATALOGRÁFICA**

MAGNI, ANTONIO FERDINANDO

Uma Proposta de um Padrão para Software Ortodonticos[Distrito Federal] 2006  
141p., 297mm (ENE/FT/UnB, Mestre, Engenharia Elétrica, 2006)

Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia.  
Departamento de Engenharia Elétrica.

1. Ortodontia

2. HL7

3. DICOM

4. Padrões de Software

I. ENE/FT/UnB

II. Título (Série)

## **REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

MAGNI, A.F.(2006). Uma Proposta de um Padrão para Software Ortodonticos. Dissertação de Mestrado, Publicação PPGENE.DM -017A/06, Departamento de Engenharia Elétrica, Univesidade de Brasília, DF, 141p.

## **CESSÃO DE DIREITOS**

AUTOR: Antonio Ferdinando Magni

TÍTULO: Uma Proposta de um Padrão para Software Ortodonticos

GRAU: Mestre

ANO: 2006

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

---

Antonio Ferdinando Magni  
Cond. Império dos Nobres, CJ 1 BL G CASA 49  
Região dos Lagos  
CEP: 72351-060 - Sobradinho, DF - Brasil

Quero dedicar este trabalho principalmente a meu pai, Franco Magni, cuja existencia foi a única razão da criação do mesmo.

Quero Agradecer minha irma e quem mais quiser.

# **RESUMO**

**UMA PROPOSTA DE UM PADRÃO PARA SOFTWARE ORTODONTICOS**

**Autor: Antonio Ferdinando Magni**

**Orientador: Prof. Rafael Timóteo de Sousa Junior**

**Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica**

**Brasília, mês de agosto (2006)**

Resumo do meu trabalho.

# **ABSTRACT**

## **PROPOSAL FOR THE FIRST ORTHODONTIC ELECTRONIC PATIENT RECORD STANDARD**

**Author: Antonio Ferdinando Magni**

**Supervisor: Prof. Rafael Timóteo de Sousa Junior**

**Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica**

**Brasília, month of August (2006)**

Abstract of my work.

# SUMÁRIO

<b>1 - INTRODUÇÃO</b>	<b>1</b>
1.1 - OBJETIVOS . . . . .	3
1.2 - ESTRUTURA . . . . .	4
<b>2 - A ORTODONTIA E SEUS DADOS DE DIAGNÓSTICO</b>	<b>5</b>
2.1 - A ORTODONTIA . . . . .	5
2.2 - DADOS NÃO-IMAGINOLÓGICOS . . . . .	6
2.3 - DADOS IMAGINOLÓGICOS . . . . .	13
2.3.1 - Radiografias Intraorais e Panorâmicas . . . . .	13
2.3.2 - Cefalogramas . . . . .	14
2.3.3 - Traçados (Análise Cefalométrica) . . . . .	19
2.3.4 - Tomografia (TCFC) . . . . .	20
2.3.5 - Modelos dentários . . . . .	20
2.3.6 - Fotografias . . . . .	20
2.4 - AS DEMANDAS ATUAIS DOS ORTODONTISTAS . . . . .	22
<b>3 - AVALIAÇÃO DO PADRÃO</b>	<b>25</b>
3.1 - A CRIAÇÃO DE UM PADRÃO DE INFORMÁTICA . . . . .	25
3.2 - O HEALTH LEVEL SEVEN (HL7) . . . . .	29
3.2.1 - A Organização . . . . .	29
3.2.2 - O Padrão . . . . .	30
3.2.3 - Construindo blocos de v3 . . . . .	34
3.2.4 - Refinando o HL7 . . . . .	39
3.2.5 - Comparando o HL7 a outros padrões existentes . . . . .	42
3.3 - O HL7 e OS DADOS ELETRÔNICOS . . . . .	43
3.3.1 - A Implementação de um Padrão em HL7 . . . . .	43
3.3.2 - Imagens e outros dados binários . . . . .	52
3.3.3 - Discussão . . . . .	53
3.3.4 - Resumo do HL7 . . . . .	55
3.4 - O DICOM . . . . .	55
3.4.1 - A Organização . . . . .	56
3.4.2 - O padrão . . . . .	56
3.4.3 - Construindo blocos do DICOM . . . . .	58
3.4.4 - O Refinamento do DICOM . . . . .	63
3.4.5 - Comparação do DICOM com outros padrões . . . . .	64
3.5 - O DICOM E OS DADOS ORTODÔNTICOS . . . . .	65
3.6 - O Comitê de Padronização da Informática Odontológica (SCDI) da ADA . . . . .	65
3.6.1 - A Organização: o SCDI . . . . .	66

3.6.2 - O padrão: a Especificação 1000 . . . . .	66
3.6.3 - Comparação do padrão do SCDI com outros padrões . . . . .	67
3.7 - O SCDI E OS DADOS ORTODÔNTICOS . . . . .	68
3.8 - A PROPOSTA . . . . .	68
3.8.1 - O Padrão de Prontuário Eletrônico Ortodôntico do Paciente . . . . .	70
3.8.2 - HL7 . . . . .	71
3.8.3 - O DICOM . . . . .	71
3.8.4 - O SCDI e a Especificação 1000 . . . . .	72
3.8.5 - A integração entre o HL7, o DICOM e o SCDI da ADA . . . . .	72
3.8.6 - Os Sub-Grupos . . . . .	76
<b>4 - UM PADRÃO PARA CEFALOGRAMAS DIGITAIS</b>	<b>81</b>
4.1 - REQUISITOS PARA CEFALOGRAMAS DIGITAIS . . . . .	82
4.2 - O USO DO DICOM PARA CEFALOGRAMAS DIGITAIS . . . . .	85
4.3 - Análise de Lacuna . . . . .	90
4.4 - UM PADRÃO PARA O ARMAZENAMENTO E TRANSFERÊNCIA DE CEFALOGRAMAS DIGITAIS . . . . .	91
4.5 - Introdução . . . . .	91
4.5.1 - Visão Geral do Padrão . . . . .	91
4.5.2 - AS Fiduciais SB Corner . . . . .	92
4.6 - A dcm4ceph: UMA IMPLEMENTAÇÃO EM JAVA . . . . .	93
4.6.1 - A Tecnologia . . . . .	94
4.6.2 - Os Módulos . . . . .	96
4.6.3 - A Utilização . . . . .	96
4.6.4 - O Desenvolvimento . . . . .	97
<b>5 - CONCLUSÕES</b>	<b>99</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>101</b>
<b>APÊNDICE</b>	
<b>A - História da Especificação 1000</b>	<b>105</b>
<b>B - Exemplo de um <i>storyboard</i> do HL7</b>	<b>107</b>
<b>C - Figures</b>	<b>108</b>
<b>D - Conversão de Distâncias para Coordenadas</b>	<b>109</b>
<b>E - DX Image IOD Modules</b>	<b>112</b>
E.1 - Patient Module (C.7.1.1) . . . . .	112

E.2 - Specimen Identification Module (C.7.1.2)	112
E.3 - Clinical Trial Subject Module (C.7.1.3)	112
E.4 - General StudyModule (C.7.2.1)	112
E.5 - Patient StudyModule (C.7.2.2)	112
E.6 - Clinical Trial Study Module (C.7.3.2)	113
E.7 - General Series Module (C.7.3.1)	113
E.8 - Clinical Trial Series Module (C.7.3.2)	113
E.9 - DX Series Module (C.8.11.1)	113
E.9.1 - Presentation Intent Type	113
E.10 - Frame of Reference Module (C.7.4.1)	114
E.11 - General Equipment Module (C.7.5.1)	114
E.12 - General Image Module (C.7.6.1)	114
E.12.1 - Derivation Description	116
E.13 - Image Pixel Module (C.7.6.3)	117
E.14 - Contrast/Bolus (C.7.6.4)	118
E.15 - Display Shutter Module (C.7.6.11)	118
E.16 - Device Module (C.7.6.12)	118
E.17 - Intervention Module (C.7.6.13)	118
E.18 - DX Anatomy Imaged Module (C.8.11.2)	118
E.19 - DX Image Module (C.8.11.3)	118
E.20 - DX Detector Module (C.8.11.4)	118
E.21 - X-Ray Collimator Module (C.8.7.3)	118
E.22 - DX Positioning Module (C.8.11.5)	118
E.22.1 - View Code Sequence	121
E.22.2 - Positioner Angles	122
E.23 - X-Ray Tomo Acquisition Module (C.8.7.7)	123
E.24 - X-Ray Acquisition Dose Module (C.8.7.8)	123
E.25 - X-Ray Generation Module (C.8.7.9)	123
E.26 - X-Ray Filtration Module (C.8.7.10)	123
E.27 - X-Ray Grid Module (C.8.7.11)	123
E.28 - Overlay Plane Module (C.9.2)	123
E.29 - VOI LUT Module (C.11.2)	123
E.30 - Image Histogram Module (C.11.5)	123
E.31 - Acquisition Context Module (C.7.6.14)	123
E.32 - SOP Common Module (C.12.1)	123
<b>F - Spatial Fiducials Modules</b>	<b>124</b>
F.1 - Patient Module (C.7.1.1)	124
F.2 - Specimen Identification Module (C.7.1.2)	124

F.3 - Clinical Trial Subject Module (C.7.1.3) . . . . .	124
F.4 - General StudyModule (C.7.2.1) . . . . .	125
F.5 - Patient StudyModule (C.7.2.2) . . . . .	125
F.6 - Clinical Trial Study Module (C.7.3.2) . . . . .	125
F.7 - General Series Module (C.7.3.1) . . . . .	125
F.8 - Clinical Trial Series Module (C.7.3.2) . . . . .	125
F.9 - Spatial Fiducials Series Module (C.21.1) . . . . .	125
F.10 - General Equipment Modules (C.7.5.1) . . . . .	125
F.11 - Spatial Fiducials Module (C.21.2) . . . . .	126
F.11.1 - Contour Data . . . . .	127
F.12 - Common Instance Reference Module (C.12.2) . . . . .	127
F.13 - SOP Common Module (C.12.1) . . . . .	127

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela E.5 - Standard cephalogram Primary and Secondary Angle values. . . . .	121
---	-----

## LISTA DE FIGURAS

Figure 2.1 - Questionnaire used to collect case history data. Page 1/2 (Courtesy of Prof. Franco Magni). . . . .	7
Figure 2.2 - Questionnaire used to collect case history data. Page 2/2 (Courtesy of Prof. Franco Magni). . . . .	8
Figure 2.3 - Form used to collect data relevant to TMJ clinical tracking visit data. (Courtesy of Prof. Franco Magni). . . . .	10
Figure 2.4 - Form used to store data collected during patients first visit. (Courtesy of Prof. Franco Magni). . . . .	11
Figure 2.5 - Clinical patient record compiled from first visit information. (Courtesy of Prof. Franco Magni). . . . .	12
Figure 2.6 - A panoramic radiograph. (Courtesy of Prof. Franco Magni.) . . . . .	13
Figure 2.7 - Cephalograms. (Courtesy of Prof. Franco Magni.) . . . . .	14
Figure 2.8 - A tracing of anatomical contours and cephalometric planes. These are obtained by placing a trans-lucid sheet over the lateral cephalogram, and identifying anatomical landmarks on it. (Courtesy of Prof. Franco Magni.) . . . . .	19
Figure 2.9 - A symmetrically smoothly finished study cast. (Courtesy of Prof. Franco Magni.) . . . . .	21
Figure 2.10 - Extra-oral photographs. (Courtesy of Prof. Franco Magni) . . . . .	21
Figure 2.11 - Intra-oral photographs. (Courtesy of Prof. Franco Magni.) . . . . .	22
Figura 3.12 - O Diagrama de Atividade apresenta uma seqüência de passos e as informações tranferidas de um papel participante para outro. Sendo às vezes chamado de Raia, as figuras descrevem o fluxo de controle entre os passos e auxilia na identificação de quais informações presicam ser transmitidas em busca do atingimento dos objetivos do <i>storyboard</i> . Considerando o foco do HL7 na troca de informações, a semântica dos Diagramas de Atividade, a qual prescreve a passagem de objetos – por exemplo, dados, infomações, mensagens, documentos, – entre as <i>raias</i> . . . . .	46
Figura 3.13 - O Modelo de Análise de Domínio estipula as informações cruciais a serem compartilhadas para se atingir os objetivos do <i>storyboard</i> . . . . .	47
Figura 3.14 - Exemplo de Diagrama de Colaboração UML. . . . .	49
Figura 3.15 - O Diagrama de Seqüência UML define uma interação, por exemplo, um evento disparador específico, o envio do papel de aplicação, ro recebimento do papel de aplicação, a esposabilidade do receptor e, opcionalmente, as interações a serem iniciadas pela aplicação receptora. . . . .	50
Figura 3.16 - Exemplo de um <i>Vocabulary Specification Schematic</i> . . . . .	50
Figura 3.17 - Modelo de comunicação geral do DICOM. . . . .	59
Figura 3.18 - Estrutura Principal do DICOM. . . . .	60

Figura 3.19 - Estrutura de Definição de Objeto de Informação !!!!!. (IOD). A Entidade de Informação está abreviada como IE. . . . .	60
Figura 3.20 - Estrutura básica das organizações para o desenvolvimento do padrão para um orto-PEP. A ADA está é a organização supervisora, certificando-se de que o padrão atenda às demandas da comunidade ortodôntica. O DICOM e o HL& são utilizados para reпреntar dados imaginológicos e não-imaginológicos respectivamente demodo a garantir o máximo de interoperabilidade de dados entre os sistemas existentes . . . . .	73
Figura 3.21 - Diagrama de atividade do processo de desenvolvimento do orto-PEP proposto. Os processos de refinamento do DICOM e do HL7 são realizados por subgrupos de nosso grupo de trabalho – o . . . . .	74
Figura 3.22 - Interações do subgrupo DICOM e outros grupos de trabalho. . . . .	77
Figura 3.23 - Interações do subgrupo do HL7 e outros grupos de trabalho. . . . .	78
Figura 3.24 - Interações do subgrupo de documentação e outros grupos de trabalho. . . . .	79
Figura 3.25 - Interações do subgrupo de conformidade com outros grupos de trabalho. . . . .	79
Figura D.26 - As fiduciais e suas distâncias . . . . .	111

## LIST OF ABBREVIATIONS

ADA	American Dental Association
ASC	American Standards Committee
ASTM	American Society for Testing and Materials
CD-ROM	Compact Disc Read Only Memory
CMET	HL7: Common Message Element Type
DIM	HL7: Same as D-MIM, probably an older acronym
DIMSE-C/N	DICOM Message Service Element Composite/Normalized
D-MIM	Domain Message Information Model
DSTU	HL7:
HDF	HL7 Development Framework
HIPAA	Health Insurance Portability and Accountability Act
HL7	Health Level Seven
HMD	HL7: Hierarchical Message Descriptions: A common description of the exact fields of a message and their grouping, sequence, optionality, and cardinality
IE	DICOM: Information Entity
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IOD	DICOM: Information Object Definition: An abstraction of a real information entity (e.g., CT Image, Structured Report, etc.) which is acted upon by one or more DICOM commands.
ITS	Implementation Technology Specifications: Separate syntax specifications, describing the algorithms used to encode and transmit the messages in an XML based character stream syntax
DICOM	Digital Imaging and COmunications in Medicine
MIME	Multipurpose Internet Mail Extensions
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
PACS	Picture Archiving and Communication System
R-MIM	HL7: Refined Message Information Model
SCDI	Standards Committee for Dental Informatics
SOP Class	DICOM: Service-Object Pair Class: A formal description of an IOD which includes a description of its purpose and the attributes it possesses. It does not include values for these attributes.
SOP Instance	DICOM: Service-Object Pair Instance: A representation of an occurrence of a real-world entity, which includes values for the attributes of the SOP Class to which the entity belongs.

# 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o microcomputador passou a ser utilizado em quase todos os campos da medicina (Szolovits, 1982, Embi, 2001, Mixdorf and Goldsworthy, 1996)..). As vantagens de sua utilização na prática da ortodontia têm sido evidentes para várias aplicações (Phillis, 2003, Ricketts, 1969, Bearn and Lowe, 2001, Halazonetis, 1997, Williams and Thurow, 1973), tais como digitalizar raios-x, desenhar traçados e tirar medidas automaticamente, elaborar modelos de crescimento dentário de pacientes(BeGole, 1980, Sloan, 1980), armazenar imagens dos pacientes, instalar aparelhos ortodônticos automaticamente, e muitos outros. O rápido desenvolvimento e proliferação de hardware tem possibilitado a realização de operações cada vez mais complexas, obrigando os fornecedores de softwares a atenderem rapidamente à demanda dos usuários. A princípio, acreditava-se que uma empresa lograria criar uma solução que atendesse a todas as exigências ortodônticas. Entretanto, os engenheiros de *software* desenvolviam seus produtos para serem independentes do *hardware* e a relação entre seus fornecedores tendia à concorrência <sup>1</sup>. Depois de alguns anos, com diversos softwares de alta qualidade no mercado, a necessidade de troca de dados eletrônicos ganhou importância.

Porém, a troca de dados ortodônticos eletrônicos entre programas diferentes vem se caracterizando como uma operação muito difícil em razão de dois motivos principais:

1. Não há modo fácil e direto de os ortodontistas compartilharem prontuários eletrônicos de pacientes (PEPs) entre si;
2. Não há um modo prevalecente de dois ou mais programas ortodônticos acessarem o mesmo grupo de PEPs.

O primeiro caso pode ser ilustrado com o seguinte exemplo. Um ortodontista recém-formado, incerto do tratamento escolhido para um determinado paciente, decide recorrer a uma colega mais experiente para dirimir sua dúvida clínica altamente específica. Visando assistir o colega em seus casos complicados, esta solicita o envio do prontuário do paciente para análise. Embora PEP contido no programa de gerenciamento do Dr. contenha impressões, raios-x, traçados e anotações, tais informações não são colocadas à disposição da Dra, pois esta utiliza outro programa. Após inúmeras tentativas fracassadas, não se consegue enviar os dados para formato compatível. Logo, resolve-se imprimir as informações passíveis de impressão e analisar o material. Todavia, embora fosse desejável que a Dra analisasse as impressões

---

<sup>1</sup>Esse argumento está embasado na observação de características de programas ortodônticos comerciais.

também, constata-se que essa operação é inócua, dada a inadequação do material impresso para a análise. Assim, apesar de já haver informações digitalizadas no computador, os pacotes de *software* não permitem visualização, o que obriga a solução do problema mediante o deslocamento físico dos ortodontistas ou do paciente para a repetição de exames. Quando os envolvidos encontram-se numa mesma área geográfica, até se admite os deslocamentos como um meio de contornar seu o problema de incompatibilidade de *software*, porém, além de se tratar de um desperdício diante das possibilidades dos meios digitais, é uma solução dificilmente utilizável quando os envolvidos moram em cidades ou mesmo países diferentes. Nessa situação, encontram-se impossibilitados os serviços a distância, que constituem parte da tele-medicina, esse domínio do conhecimento de enorme potencial, dos pontos de vista médico, econômico e social, graças ao emprego das tecnologias da informação e das comunicações.

Outra ilustração serve a explicar o problema. Trata-se do exemplo de um Dr. recém-graduado, que deseja estruturar seu novo trabalho. Entre outras escolhas, ele precisa decidir qual programa irá adquirir e logra encontrar um programa de gerenciamento de pacientes que satisfaz as suas necessidades.

Entretanto, após adquirir e utilizar o programa por algum tempo, ele descobre que seu recurso de análise cefalométrica é fraco e que ele poderia aumentar o cuidado ao paciente servindo-se do mesmo programa de análise cefalométrica já utilizado por uma colega Dra. Depois de comprar um software igual ao da colega, ele descobre que os dois softwares que agora possui não se comunicam entre si! Por exemplo, se em um dos softwares aponta 13 de maio de 1993 como sua data de nascimento no outro acusa, erroneamente, 13 de maio de 1983, será necessário alterar a informação (adicionar ou remover) duas vezes, uma vez em cada sistema. Caso a operação manual não seja feita, o Dr. poderá ter prontuários incoerentes, o que faz uma grande diferença de uma perspectiva ortodôntica, sem contar os problemas jurídicos e legais decorrentes. Supondo-se que o Dr. decida adquirir um novo programa de gerenciamento de imagens, ou talvez um *scanner* de tomografia computadorizada de feixe cônico (CBCT) para seu consultório, ele terá que alterar três, quatro ou cinco base de dados de PEPs para cada modificação.

Considerando que programas de computadores se destinam a melhorar o cuidado ao paciente ao tornar os processos mais eficientes, as situações citadas são inadmissíveis, urgindo um levantamento imediato dessas questões. A utilização de padrões clínicos já desenvolvidos tem sido limitada à observação e à prototipação pelos fornecedores e à experimentação no meio acadêmico, mormente porque o uso de soluções proprietárias mantém o *status* de competição dos fornecedores no mercado. Um padrão só ganha valor comercial quando é amplamente implementado, o que explica porque os fornecedores relutam para desenvolver

um novo padrão de informática. Atualmente, o interesse por tais padrões tem crescido em virtude das iniciativas governamentais estadunidenses nas áreas de interoperabilidade das informações médicas, seguindo a linha já presente em outras regiões como a Europa, onde há profundo envolvimento governamental em programas de atenção à saúde.

A busca de uma solução prática para os problemas de interoperabilidade citados figura como um interessante problema técnico, o qual representa o tema central da presente dissertação. Vale, de antemão, observar que, em vez de iniciar desde os rudimentos o desenvolvimento do padrão de Prontuário Ortodôntico Eletrônico do Paciente - Orto-PEP, a solução proposta consiste de um padrão composto de outros dois padrões de informática já existentes e bem estabelecidos: o Health Level Seven HL7 (HL7 (The Health Level Seven, 2006), ver Seção. 3.2 na página 29) para dados não-imaginológicos e o DICOM (National Electrical Manufacturers Associations, 2004) (Ver Seção. 3.4 na página 55) para dados imaginológicos (consultar Figura Figura 3.20). A integração dos dois será coordenada e publicada pelo Standards Committee for Dental Informatics (SCDI) da Associação Americana de Odontologia - American Dental Association, com vistas a assegurar sua funcionalidade em um contexto ortodôntico.

Do ponto de vista tecnológico, este deve definir os processos e interações envolvidos no dia-a-dia da prática clínica e financeira da ortodontia; resumindo, um padrão computacional para fornecedores e programadores de softwares. Dentre suas tarefas, ele documentará todos os campos necessários para a representação plena dos prontuários de pacientes ortodônticos, bem como sua portabilidade, e ser reconhecido por uma vasta comunidade de especialistas em ortodontia. Ademais, incluirá um manual de implementação para que os fornecedores de *software* possam demonstrar como este deve ser operado. Espera-se, assim, que, uma vez tendo sido finalizado e implementado, esse padrão viabilize um bem-articulado e eficiente intercâmbio e sincronização de informações de pacientes.

## 1.1 OBJETIVOS

Este trabalho objetiva estabelecer as bases para a criação de um orto-PEP padrão e consiste de duas partes: na primeira será apresentado um plano completo para o desenvolvimento do padrão; na segunda, a primeira proposta completa para um padrão cefalométrico em DICOM.

O campo da ortodontia é muito amplo, sendo absolutamente muito pouco provável que um trabalho de mestrado abarque sua totalidade. Por essa razão, *não* se objetiva apresentar uma solução *completa* para os problemas mencionados no capítulo anterior. O escopo dessa dissertação enfoca o *modus operandi* para a resolução. Adicionalmente, o domínio da

ortodontia será restringido a um elemento específico e importante do campo ortodôntico<sup>2</sup>, apresentando-se uma padrão para ele. Finalmente, sua funcionalidade será testada mediante uma simples implementação de JAVA.

## **1.2 ESTRUTURA**

Este estudo está dividido em seis seções. Na presente, a Introdução, versa-se sobre histórico da situação atual do assunto, sobre os objetivos do trabalho bem como sua estruturação.

A segunda parte abrange a ortodontia. Haja vista que o assunto deste está diretamente relacionado com o campo da ortodontia, cumpre ao leitor interar-se ao menos dos elementos básicos constituintes de um arquivo de prontuários de pacientes.

Entretanto, a essência do trabalho está contida na terceira parte, a qual incide sobre a solução dos problemas apresentados na introdução mediante o auxílio de padrões. Em seguida, será apresentado um padrão para cefalogramas digitais que servem-se do padrão DICOM.

No quarto capítulo, apresentar-se-á uma implementação JAVA do padrão desenvolvido na seção anterior.

E, por último, tem-se a conclusão, com o resumo dos pontos principais e a discussão sobre a possibilidade de um trabalho posterior.

---

<sup>2</sup>Isto é, cefalogramas – raios-x do crânio tirados de modo que possam ser utilizados para produzir medidas apuradas, que são o o ponto de partida para se planejar a cura pela ortodontia e, portanto, elementos cruciais desta.

## 2 A ORTODONTIA E SEUS DADOS DE DIAGNÓSTICO

Este capítulo apresenta uma breve introdução aos pilares da ortodontia necessários à compreensão das idéias e discussões apresentadas nos capítulos 3 e 4. Inicia com um breve histórico da ortodontia, depois propõe sua definição, então os dados de informação com os quais a área lida e, finalmente, suas demandas atuais ainda não atendidas.

### 2.1 A ORTODONTIA

O surgimento da ortodontia como especialidade remete ao início do século XX. Ao ano de 1900 é atribuído arbitrariamente o marco inicial desta que é a mais antiga área da odontologia. Naquele ano, a primeira escola de Ortodontia foi fundada (Angle School of Orthodontia, in St. Louis, IL).

O termo da área deriva de duas palavras gregas: “orthos” que significa “correto”, “apurado”, e “dons” “dente”, em português (Fisher, 1957, p.1). Em 1970, Angle (Angle, 1907) postula que o objetivo da ciência da ortodontia é “a correção de maloclusões dos dentes”. Já em 1911, Noyes (Noyes, 1911) define a ortodontia como “o estudo da relação do dente com o desenvolvimento facial, e a correção do desenvolvimento interrompido ou desviado. Em 1922, uma definição mais precisa é apresentada pela Sociedade Britânica de Ortodontia: “A Ortodontia compreende o estudo do crescimento e do desenvolvimento dos maxilares e da face, no plano específico, do corpo, no plano geral, e sua influência no posicionamento dos dentes; o estudo da ação e reação de agentes internos e externos em seu desenvolvimento, bem como a prevenção e correção do desenvolvimento interrompido ou desviado. (White et al., 1954)

A ortodontia não lida com a saúde dentária, como no tratamento de cáries e outras doenças bucais, mas reposiciona e remodela a arcada dentária. Este processo inclui a biomecânica do movimento dos dentes, a reabsorção e a aposição óssea, bem como o crescimento e desenvolvimento dos dentes. O ortodontista observa e mede as mãos e pulsos dos pacientes, raios-x orientados laterais e frontais do crânio, fotografias faciais e cefalometria<sup>3</sup>, componentes com os quais a odontologia geral não lida. Essa variedade de elementos informacionais justifica a demanda por um padrão de dados eletrônicos ortodôntico específico.

Para fins de estudo, os dados do diagnóstico ortodôntico podem ser divididos em duas ca-

---

<sup>3</sup>Ângulos e distâncias que definem a geometria do crânio.

tegorias: imaginológicos e não-imaginológicos. Os primeiros incluem a demografia, o histórico de caso e dados clínicos da visita do paciente. Por outro lado, os dados imaginológicos incluem as radiografias frontais, laterais e panorâmicas (a partir de máquinas de raio-x comuns), os traçados de análise cefalométrica, as tomografias (de *scanners* de tomografia computadorizada de feixe cônico), os modelos dentários e fotografias do tecido mole, cada um dos quais descritos nas seções a seguir.

## **2.2 DADOS NÃO-IMAGINOLÓGICOS**

A utilização de critérios de diagnósticos definitivos tais como os cefalogramas, as radiografias dentárias de filmes panorâmicos ou varreduras de TCFC, não diminuiu nem um pouco a importância do exame clínico do paciente. Esses dados, coletados durante a consulta e armazenados em formato textual, recebem o nome de dados não-imaginológicos.

Eles podem ser divididos, didaticamente, em, pelo menos, três partes: a demografia, o histórico de caso e o exame clínico do paciente. Cumpre salientar que cada ortodontista lança mão de um método para coletar e organizar dados bastante personalizado. Na maioria das vezes, seus formulários e prontuários são concebidos em consonância com as preferências específicas de cada especialista. Por esse motivo, alguns focalizam a importância de alguns tipos de informação em detrimento daquelas às quais outros profissionais atribuirão maior importância. Os formulários e prontuários apresentados nessa seção foram elaborados pelo professor Franco Magni, que os tem utilizado por mais de 40 anos.

### **Demografia**

A demografia do paciente abrange dados gerais tais como o nome, a identidade, o gênero, a raça, os números de telefone, os contatos pessoais, o endereço, o médico de referência, a preferência de horários de agendamento de consulta, a colaboração do paciente e de seus pais bem como cuidados especiais a ele referentes.

### **Histórico de Caso**

O histórico de caso geralmente é composto pela história médica, dentária e ortodôntica do paciente. A primeira inclui dados sobre alergias, problemas psicológicos e nervosos, uso de drogas ou qualquer outra informação médica relacionada. Adicionalmente, a história

**Prof. Franco Magni e Dott.ssa Cinzia Magni**  
**Studio di Ortognatodonzia e delle disfunzioni Cranio- Mandibolo-  
 Cervicali**

QUESTIONARIO DI PRIMA VISITA																									
La visita clinica potrà rivelare la necessità di specifici esami diagnostici. Il personale di segreteria è a disposizione per fornire tutte le informazioni necessarie per l'esecuzione dei suddetti esami che potrebbero richiedere anche un successivo appuntamento. Si prega di scrivere con chiarezza, sbarrando le caselle corrispondenti.																									
Cognome ..... Nome ..... Tel: ..... Cell:..... .....																									
Abitante a:..... CAP: ..... Via: .....N°..... ...																									
Nato il: ..... a: ..... Età: .....Occupazione: ..... .....																									
CODICE FISCALE: <table style="display: inline-table; border: none;"><tr><td style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 15px;"></td><td style="border: 1px solid black; width: 15px; height: 15px;"></td></tr></table>																									
1) DI QUALE DISTURBO DELLA MASTICAZIONE OD ANOMALIA DENTARIA O DEL VISO PENSA DI ESSERE AFFETTO? ..... .....																									
2) Chi si è accorto per primo dei disturbi del paziente? Lui stesso <input type="checkbox"/> ; madre <input type="checkbox"/> ; padre <input type="checkbox"/> ; altro familiare <input type="checkbox"/> ; dentista <input type="checkbox"/> ; pediatra <input type="checkbox"/> ; medico curante <input type="checkbox"/> ; medico scolastico <input type="checkbox"/> ; altri <input type="checkbox"/> ;																									
3) Chi vi ha consigliato questo studio specialistico Ortognatodontico e per la Terapia delle Disfunzioni Stomatognatico- Cranio- Mandibolari? Dentista <input type="checkbox"/> ; pediatra <input type="checkbox"/> ; medico curante <input type="checkbox"/> ; medico scolastico <input type="checkbox"/> ; altro specialista medico <input type="checkbox"/> ; parente o conoscente <input type="checkbox"/> .																									
Indicarne il nome: ..... Telef.: .....																									
4) PER I MINORI. Durante la giornata, a causa della occupazione dei genitori, si viene affidati da altri? mai <input type="checkbox"/> ; saltuariamente <input type="checkbox"/> ; per lunghi periodi <input type="checkbox"/> .																									
A chi si viene affidati? .....																									
5) Sono già stati portati apparecchi per la correzione masticatoria? Sì <input type="checkbox"/> ; No <input type="checkbox"/> ; Se sì di quale tipo? fissi <input type="checkbox"/> ; rimovibili <input type="checkbox"/> ; misti <input type="checkbox"/> ; Per quanto tempo?.....																									
6) Il paziente è disposto a portare apparecchiature in bocca? Sì <input type="checkbox"/> ; No <input type="checkbox"/> ; indifferente <input type="checkbox"/> . Per quale motivo il paziente non è disposto a portare apparecchiature in bocca: .....																									
7) Il paziente è spesso raffreddato? Sì <input type="checkbox"/> ; No <input type="checkbox"/> ; soffre di rinite da fieno? Sì <input type="checkbox"/> ; No <input type="checkbox"/> ; soffre di asma? Sì <input type="checkbox"/> ; No <input type="checkbox"/> ; è allergico? Sì <input type="checkbox"/> ; No <input type="checkbox"/> ; Di quali sostanze è allergico? .....																									

1

Figure 2.1: Questionnaire used to collect case history data. Page 1/2 (Courtesy of Prof. Franco Magni).

8) Gli sono state tolte le tonsille? Sì <input type="checkbox"/> ; No <input type="checkbox"/> ; Se sì a che età?..... sono state tolte le adenoidi? Sì <input type="checkbox"/> ; No <input type="checkbox"/> ; Se sì a che età?.....
9) Il paziente dorme con le labbra socchiuse od addirittura a bocca aperta? Sì <input type="checkbox"/> ; No <input type="checkbox"/> ; Il paziente quando dorme russa? Sì <input type="checkbox"/> ; No <input type="checkbox"/> ;
10) È sotto qualsiasi terapia ormonale o comunque medicinale? Sì <input type="checkbox"/> ; No <input type="checkbox"/> ; Se sì quale? .....
11) Quante volte al giorno si spazzola i denti e le gengive con cura? una <input type="checkbox"/> ; due <input type="checkbox"/> ; tre <input type="checkbox"/> ; + di tre <input type="checkbox"/> . Usa anche il filo interdentale? Ogni giorno <input type="checkbox"/> ; talora <input type="checkbox"/> ; mai <input type="checkbox"/> ;
12) Quando si lava i denti le gengive sanguinano (anche un poco)? sempre <input type="checkbox"/> ; talora <input type="checkbox"/> ; mai <input type="checkbox"/> .
13) Ha già sofferto di mal di denti? Sì <input type="checkbox"/> ; No <input type="checkbox"/> . Se sì, quante volte: .....
14) Mastica gomme, caramelle o dolciumi lontano dai pasti ? Tutti i giorni <input type="checkbox"/> ; talora <input type="checkbox"/> ; mai <input type="checkbox"/> .
15) Ha l'abitudine di succhiarsi un dito, le labbra od altro? Sì <input type="checkbox"/> ; No <input type="checkbox"/> ; Se sì, che cosa: .....
16) Indicare nome, telefono ed indirizzo del proprio dentista di fiducia: Cognome.....Nome..... Tel: ..... Via: .....Città..... CAP: .....
17) Indicare nomi e indirizzi dei medici che vi hanno curato durante gli ultimi 2 anni:
A) Cognome.....Nome..... Tel: ..... Via: ..... Città..... CAP: ..... Specialità: .....
B) Cognome..... Nome..... Tel: ..... Via: ..... Città..... CAP: ..... Specialità: .....
18) Il paziente, da quale organizzazione assicurativa sanitaria è assistito? .....
19) Eventuali altre informazioni che si ritiene utile aggiungere: ..... ..... .....

Figure 2.2: Questionnaire used to collect case history data. Page 2/2 (Courtesy of Prof. Franco Magni).

dentária do paciente refere-se especificamente à saúde bucal e lida com dados tais como agnesia dental, extrações e tratamentos não-ortodônticos sofridos. Por outro lado, o histórico ortodôntico atém-se aos tratamentos ortodônticos anteriores, aos hábitos, às deformidades esqueléticas e a qualquer outro tipo de informação ortodôntica específica. Vale salientar que as maloclusões, assim como outras anomalias dentais apresentadas por membros da família do paciente, são também dados considerados de relevância em virtude da significativa influência da hereditariedade na saúde do paciente (Graber, 1972, p.399).

Essa parte do do prontuário pode ser praticamente toda compilada pelo paciente mediante o preenchimento de um questionário durante a primeira consulta. Tais modelos são expostos nos modelos Figure 2.1 na página 7 e Figure 2.2 na página precedente.

### **Dados da Visita Clínica**

Durante o exame clínico, o dentista tem a oportunidade de coletar a maior parte da informação de que necessita por meio de um espelho bucal, uma espátula, de um articulador, um Boley Gauge e um par de separadores. Os dados recolhidos aqui são mais específicos para a ortodontia, compilados em um formulário de primeira visita do paciente, como o da figura Figure 2.4 na página 11 e às vezes também o da figura Figure 2.3 na próxima página. As informações são então processadas e armazenadas em um formulário menor, parte do prontuário clínico do paciente, a ser utilizado em todas as consultas (ver Figure 2.5 na página 12).

Esses documentos contêm dados tais como informações relacionadas a: articulação têmporo-mandibular (ATM), rastreamento clínico, abertura mandibular máxima, estalidos e ruídos de abertura e fechamento da os maxilares, dores na ATM, limitações e assimetria nos movimentos, tipo facial, análise de perfil, posicionamento dos lábios, simetria relativa da estrutura facial, tamanho e forma do nariz, atividade muscular, classificação da maloclusão, exame do dente, identificação do dentes presentes, proporção do dente/osso, higiene bucal, cor e textura das gengivas, freio labial, tamanho e forma da língua, avaliação da mucosa vestibular, posicionamento de postura de repouso, caminho de fechamento desde a posição de descanço até a oclusão, estruturas pré-maturas, ponto de contato inicial, deslocamento ou direcionamento dental, variação de movimento mandibular, cliques, mobilidade excessiva de dentes individuais quando tocados pelas pontas dos dedos, tecidos ósseo, dentário e o mole, função oclusal, assimetria de movimentos laterais mandibulares, hábitos respiratórios, atitudes e capacidades cooperativas no tratamento ortodôntico, estágio de crescimento e desenvolvimento, etc.

NV:	DEPISTAGE CRANIO-MANDIBOLARE		N#
Prof. Franco Magni Via Cesarea 5/12a 16121 GENOVA	Nome.....		[M] [F].Eta'.....
	Via:.....		Nato:.....
Date:.....	.....CAP:.....Tel:.....		D.Rx:.....
<b>S I N T O M I</b>			<b>N O T E</b>
Dolore Facciale			
Blocco Articolare			
Clicks			
Crepitii			
Apertura massima	mm:      Limitazione nocche 2:		
Deviazioni Apertura			
Traumi pregressi			
<b>T E S T S</b>			
Dolore Dinamico			
Dolore Resistivo			
Dolorabilita' Caps.			
Provocazione Click			
<b>D I A G N O S I   D I   B A S E</b>			
Radlografia Zonografica Bicondilare			
Patologia Extracapsulare o Muscolare			
Patologia Capsulare o Endocapsulare			
Sottodiagnosi Psicologica e Stress			
Varie			
<b>C O N C L U S I O N I</b>			
1)E' necessaria la visita CRANIO-MANDIBOLARE COMPLETA ?	SI	NO	.....
2)Sono necessari ESAMI o altra VISITA SPECIALISTICA ?	SI	NO	.....
3)Se "SI" quali Esami o quali Visite Specialistiche si richiedono?	.....		
.....	.....		
.....	.....		
4)Altro.....	.....		
Sono stato informato dei problemi riscontrati ed elencati : Firma:.....Data:.....			

Figure 2.3: Form used to collect data relevant to TMJ clinical tracking visit data. (Courtesy of Prof. Franco Magni).

N. \_\_\_\_\_ Nome Giulia Nato il \_\_\_\_\_ Età 7 Data 10.4.06

A.T.M.  DS  SN  PdC ↑ 2mm ↑ FWS \_\_\_\_\_

CL 2/1/2/1 CLS 2/1/2 OVJ +4,5 OVB +2,5/3 vnc FMA OK ULS P. LLS M.

Crvd ▲ ++ ▼ + Spon ▲ ▼ 0,2 0,2 0,1 → 2 0,1 → 2

V P P V CRB 6FD anche in posizione normale al CRB anche quando scussa

Mand Max

IGIENE  BUO  SCA  PES

8 7 6 5 4 3 2 1 1 2 3 4 5 6 7 8

PARODONTO  BUO  INF  DE

CARIATI ANOMALI RECCSIONI

OTTURATI DECALCIFICATI TRAUMATIZZATI ESTRATTI ASSENTI INCLUSI SOPRANNUMERARI

LABBRA  ADE  UNI  TON  JMK  SEP  MFO 5/1,5

LLI  Buono  Suff.  Insuff.

LINGUA  in attività  a riposo  frenulo linguale corto

in deglutizione  con interposizione  totale  laterale  con contatto labbro inf.  Frenulazione  Sigmaante  Mista  Sigmaante

ANGOLO NASOLABIALE    ATTIVITÀ MIMICA ACCENTUATA  SI  FRENULO MEDIANO CON DIASTEMA  SI  1?

RESPIRAZIONE  Nasale  Orale  Orale

UML \_\_\_\_\_

LML 4,5 1,5 3

ASSIMETRIE SCHELETRICHE +3 +2

DIAGNOSI: CL II di I in II II con cariche meselle  
+ allargamento mandibola a destra + CROSS BITE +  
centratore medio + spunt linguale e squantizzazione

VISITA DI CONTROLLO

CHECK UP ORTODONTICO:

IMPRONTE ;  OPM ;  OCCLUSALE + ;  CARPO ;

RMDS ;  TELE LL ;  PARALLASSE + ;  ZONOGRFIA ;

FOTO FACCIA ;  PA ;  ENDOORALE + ;  STRATIGRAF. ;

CHECK UP ATM

CHECK UP PARODONTALE

Figure 2.4: Form used to store data collected during patients first visit. (Courtesy of Prof. Franco Magni).



Acredita-se que a postura física do paciente possa influenciar no surgimento de alguns casos ortodôntico. Por esse motivo, os ortodontistas estão começando a utilizar dados sobre análise postural também, o que é feito mensurando-se a escoliose e a distribuição da pressão plantar do pé ao longo do tempo. Feito isso, os gráficos obtidos podem ser armazenados em um formulário de análise contido no prontuário do paciente.

Ainda sobre o tema, cabe ressaltar a importância dos dados sobre a análise de modelos dentários. Aqui incluem-se todas as informações passíveis de serem obtidas a partir da mensuração e observação de um modelo, tais como: classificação de maloclusão, *overjet*, *overbite*, linha média do arco inferior e superior, contorno palatal, dente clinicamente presente, medidas dos dentes, forma e simetria arco, linha média do incisivo à linha média mandibular, malposições dentárias verticais ou horizontais, morfologia dental anômala, determinação do comprimento do arco, inclinação axial dos dentes, aspectos de desgaste e ligações musculares.

## 2.3 DADOS IMAGINOLÓGICOS

### 2.3.1 Radiografias Intraorais e Panorâmicas



Figure 2.6: A panoramic radiograph. (Courtesy of Prof. Franco Magni.)

Semelhante ao que ocorre ao se observar visualizar um *iceberg*, elementos ocultos podem importar muito mais do que aqueles que se mostram mais rapidamente. Um ortodontista experiente com dedos sensíveis e uma vista bem apurada pode apalpar protuberâncias nos caninos ou perceber outras saliências no palato. De fato, ele pode verificar diversos dados clinicamente, mas deve se remeter à radiografia intraoral e panorâmica para confirmar as evi-

dências de suas observações clínicas, pois é comum surpreender-se com informações obtidas a partir de radiografias. Entretanto, estas por, assim como os modelos dentários, pos si só são incompletas. As informações devem ser reunidas de diversas fontes, e serem corroboradas ou correlacionadas por mais de um critério de diagnóstico, se possível.

A radiografia panorâmica merece indubitavelmente a devida atenção também. ( Figure 2.6 na página precedente). Devido à capacidade desta conseguir reproduzir uma única imagem de todo o sistema estomatognático (dentes, maxilares, articulações temporomandibular, seios, etc.), dados cruciais podem ser obtidos rotineiramente com uma fração da radiação necessária para um exame intraoral de toda a boca até mesmo colocar o filme na boca. Todo o processo de produção de imagem não leva mais do que 90 segundos e a revelação limitada-se a um filme(Graber, 1965, 1967, Hauck, 1970). A vista panorâmica auxilia na síntese do diagnóstico e nas fases terapêuticas do acompanhamento do paciente.

### 2.3.2 Cefalogramas

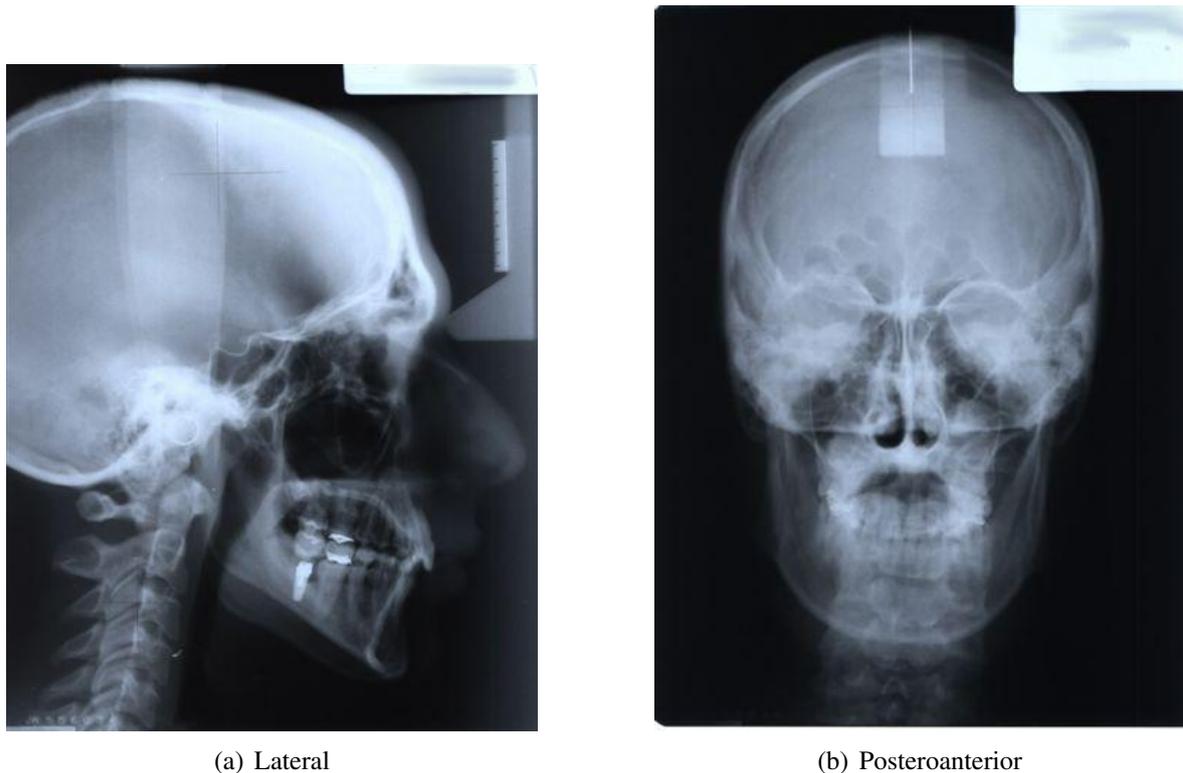


Figure 2.7: Cephalograms. (Courtesy of Prof. Franco Magni.)

Desde 1971, a Antropologia têm se interessado pela determinação etnográfica da forma e modelo cranianos. A Antropometria, ou “a ciência que estuda as medidas do homem”, en-

controu terreno fértil para estudo no crânio humano em virtude das mudanças mínimas sofridas em sua estrutura óssea após o a morte. Estudando-se diferentes grupos étnicos, grupos etários, gêneros, mensurando-se o tamanho das diversas partes e registrando variações na posição e formato das estruturas craniana e facial, viabilizou-se a elaboração de alguns padrões amplos que descreviam o crânio humano. A especialidade do estudo do crânio humano dentro da Antropometria ficou conhecida como a Craniometria ou Cefalometria. Daí então, foram estipuladas referências e pontos de medida para auxiliar a interpretação de relações craniofaciais pelos antropólogos. Grande parte do que é conhecido hoje a respeito de tipos faciais e de mudanças decorrentes do crescimento e desenvolvimento ósseos foi descrito primeiramente no campo da Antropologia. (Hellman, 1932).

Um cefalograma ( Figure 2.7 na página anterior), também conhecido como raio-x cranio facial, trata-se de uma radiografia do craniana e facial utilizada para aferir medidas confiáveis da anatomia de um dado indivíduo. Isto é possível por meio da projeção de raios-x a partir de distâncias e ângulos fixos e bem definidos no corpo dos pacientes. O primeiro estudo sobre cefalogramas foi publicado em 1922 (Pacini, 1922). No entanto, estes e os cefalostatos tornaram-se populares com Broadbent (Broadbent, 1931) e com Hofrath (Hofrath, 1931), os quais difundiram técnicas semelhantes nos EUA e na Alemanha, respectivamente.

Assim como o exame radiográfico intraoral e as visualizações panorâmicas aprimoram o exame clínico, analisando a impressão clínica e fornecendo dados novos, por outro lado, a fotografia craniofacial de raio-x orientado também acrescenta muito à imagem dos dentes, dos maxilares e do crânio.

Os cefalogramas são os meios mais convenientes, tanto do ponto de vista financeiro quanto de dosagem de radiação, para o se reunir dados mensuráveis tridimensionais do crânio do paciente, o que explica sua popularidade no meio ortodôntico. As informações tridimensionais podem ser obtidas combinando-se o cefalograma lateral com o posteroanterior; a partir dessas duas projeções, um ortodontista com uma vista apurada e treinada é capaz de reconstruir certo nível de profundidade.

Os cefalogramas e a cefalometria servem a várias finalidades, incluindo-se as seguintes:

**Estudo do crescimento craniofacial** Devido à confiabilidade nos métodos, os pacientes podem ser repetidamente examinados, viabilizando-se, assim, a comparação dos cefalogramas. Os estudos sobre crescimento cefalométrico seriado de humanos e animais tem-se constituído um fator central para a ampliação do conhecimento sobre o crescimento craniofacial. Isto é de valor incontestável para a ortodontia, dado que viabiliza um planejamento

de tratamento do paciente mais esmerado.

**Planejamento do Tratamento Ortodôntico** Apesar das afirmações de estudos cefalométricos de que uma relação oclusal normal poder ser conseguida de variadas formas, a comunidade médica logo percebeu que algumas posições dos dentes eram mais estáveis do que outras após o tratamento. Constatou-se também que as metas do tratamento ortodôntico poderiam ser quantificadas mediante a geometria cefalométrica. Logo após essa descoberta as análises cefalométricas deslancharam, possibilitando ao ortodontista planejar, antes do tratamento, a posição desejada de cada dente dentro da estrutura esquelética de seus pacientes.

**Avaliação de Casos Tratados** A análise cefalométrica de casos tratados tem revelado muitos dados acerca da recidiva ortodôntica e da estabilidade de maloclusões tratadas.

## Cefalômetros

O cefalômetro é um aparelho utilizado na produção de cefalogramas que consiste de um cefalostato, uma fonte de raio-x, e um porta-cassete, todos fixados a uma certa distância um dos outros<sup>4</sup>. Quanto ao cefalostato, trata-se de um aparelho usado para posicionar a cabeça do paciente na direção desejada. Os cefalômetros permitem ao paciente serem posicionados em frente ao porta-cassete, no caso dos cefalogramas posteroanteriores (PA), ou perpendicularmente ao feixe de raio-x, para os cefalogramas laterais<sup>5</sup>. Nesse processo, a posição em que a cabeça do paciente encontra-se é de muita importância, pois determina a obtenção de medidas confiáveis. Se, por exemplo, em um cefalograma PA o paciente inclinar muito a cabeça<sup>6</sup> o cefalograma gerado será ou alongado ou encurtado. As medidas obtidas a partir desse cefalograma distorcido não se harmonizará com as obtidas de seu cefalograma lateral par, o que a inutilizará; por isto a importância do cefalostato.

Todavia, é inevitável a existência de algumas distorções, que podem surgir por causa de um outro fator: a natureza pontiaguda da fonte de raio-x impede que seus feixes radiais saiam

---

<sup>4</sup> Geralmente 152,4 cms (60 pol) entre a fonte de raio-x ao plano sagital mediano - PSM, e 18 cm (7,09 pol) entre o PSM e o filme.

<sup>5</sup> Com exceção do cefalômetro de Broadbent-Bolton, o qual utiliza duas fontes de raios-x e dois porta-cassetes de modo a evitar o movimento do sujeito entre a exposição lateral e posteroanterior. Nesse caso o cefalostato é fixado em uma só posição.

<sup>6</sup> O cefalostato segura a cabeça pelo ouvido, evitando, assim movimentos laterais desta. Porém, a rotação ao redor do eixo transmeatal - o que passa entre ambos ouvidos é, ainda assim, possível.

do tubo paralelamente uns aos outros. Conseqüentemente, a imagem da projeção da sombra de tais feixes radiais em um filme será ampliada. Esse tipo de distorção pode ser minimizado posicionando-se a fonte de raio-x longe do paciente; quanto mais distante deste em relação à fonte, mais paralelos serão os raios e, portanto, menor a distorção. Isto se assemelha ao efeito da sombra de uma lâmpada colocada muito próxima a uma pessoa: quanto mais longe a lâmpada, mais fiel será a projeção da sombra em relação ao indivíduo.

Conclui-se, assim, essa questão almejando-se o equilíbrio entre distorção e o espaço. O estudo do assunto (Broadbent, 1931) evidenciou ser 152.4 cm (ou 5 pés) a distância mínima entre o indivíduo e a fonte de raio-x para a produção de radiografias com grau de distorção aceitável.

### **Magnificação**

Ao se trabalhar com raio-x, cumpre conformar-se com o fato de que a magnificação e a distorção não podem ser totalmente evitadas. Diferentemente da luz visível, os raios-x interagem muito brandamente com a matéria e não são afetados por campos elétricos ou magnéticos. Devido a esse fato, a produção de ótica que propiciem deflexões suficientemente amplas tem se mostrado um obstáculo. Logo, parece pouco sensato elaborar e fazer uso de óticas de raio-x, o que explica o porque deles não serem aplicados em aparelhos como os cefalômetros para corrigir a distorção e evitar a magnificação.

Esta, por sua vez, também depende da distância entre o objeto-foco e o filme: quanto mais distantes um do outro, maior a magnificação. Com vistas a relacionar as distâncias no cefalograma com as no objeto-foco, o fator de magnificação é um dado essencial. Assim, a distância do filme em relação ao objeto-foco e em relação à fonte de raio-x deve ser elucidadas. Convencionalmente, a distância entre a fonte e o objeto-foco nunca é alterada. Portanto, a aplicação depende exclusivamente da localização da da fita do filme.

Para se obter uma imagem com o mais alto nível de qualidade, a fita do filme deve ser posicionada o mais próximo possível do indivíduo. Entretanto, isto exige que o técnico registre a distância entre a fita e o plano sagital mediano do para cada objeto-foco. Ademais, o ortodontista tem de executar diferentes conversões para seus pacientes individualmente cada vez que necessitar recolher medidas do cefalograma. Isto explica por que alguns preferem fixar a distância entre o paciente e o filme (6 polegadas, por exemplo, para conferir uma magnificação de 10%, quando o tubo é posicionado na distância de 60 polegadas do objeto-foco).

Isto produz imagens ligeiramente menos contrastadas<sup>7</sup>, embora simplifique enormemente a conversão entre o cefalograma e as distâncias do paciente.

### **Fiduciais SB Corner**

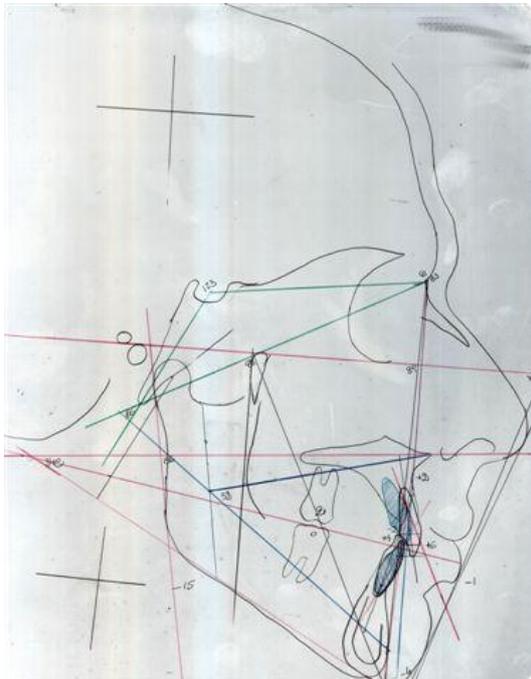
As Fiduciais SB Corner são utilizadas para garantir a coerência entre o raios-x analógicos e sua versão digitalizada. Estas consistem de quatro furos fixados com uma moldura no filme a distâncias previamente estipuladas. Um vez que o filme é digitalizado, esses furos são ligados ao computador e comparados com a distâncias dos furos no moldura. O cefalograma é considerado confiável somente quando as distâncias entre as fiduciais digitais condizem com as distâncias dos fiduciais na moldura.

As iniciais SB derivam-se de Sheldon Baumrind, que publicou a utilização das fiduciais pela primeira vez em(Baumrind and Miller, 1980). A princípio, elas eram utilizadas para sobrepor “traçados” replicados do mesmo grupo de pontos referenciais. Todavia, o fato de usuários diferentes configurarem resoluções de varredura diversas ao digitalizar imagens analógicas mais antigas, aliado à facilidade de se alterar o razão de aspecto das imagens, parece ter tornado o uso de fiduciais SB de muito maior importância do que até então.

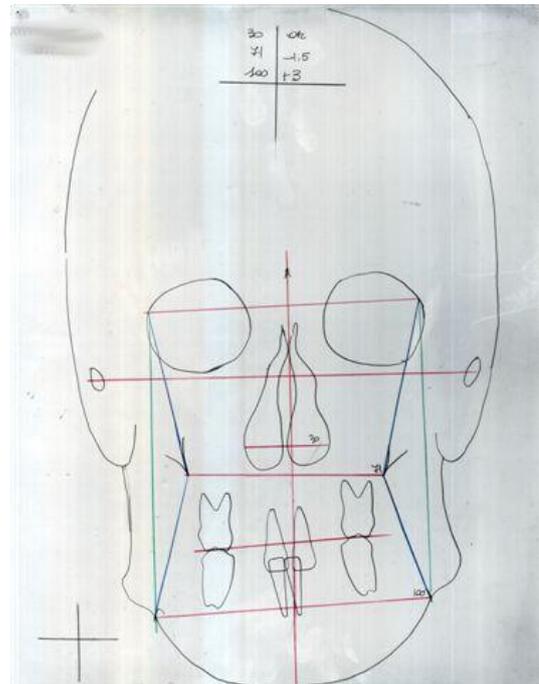
---

<sup>7</sup> Quanto mais distante o filme estiver da fonte de raio-x, mais escura será a imagem.

### 2.3.3 Traçados (Análise Cefalométrica)



(a) Lateral



(b) Posteroanterior

Figure 2.8: A tracing of anatomical contours and cephalometric planes. These are obtained by placing a trans-lucid sheet over the lateral cephalogram, and identifying anatomical landmarks on it. (Courtesy of Prof. Franco Magni.)

Uma variedade enorme de “análises” têm sido concebidas por ortodontistas para auxiliar na avaliação da maloclusão original e a projeção de que medidas devem ser alcançadas ao final do tratamento ortodôntico. Esses estudos estão geralmente relacionados ao cefalograma lateral com os dentes oclusos.

Eles são realizados identificando-se pontos referenciais na radiografia e ligando-os de forma a estabelecem linhas e planos. As distâncias entre os pontos e os ângulos entre as linhas e os planos são comparados a modelos padrões. Tradicionalmente, esses desenhos são reproduzidos sobre materiais translúcidos, os quais contém contornos anatômicos bem como as linhas tracejadas e os pontos referenciais identificados (ver Figure 2.8).

Há três componentes básicos de uma análise cefalométrica: o esquelético, o de perfil e o dentário, cada qual com um objetivo diverso. Este estudo não visa debruçar-se exaustivamente na análise de cada uma, mas expor ao leitor sua ampla utilização.

### 2.3.4 Tomografia (TCFC)

A Tomografia Computadorizada por Feixe Cônico (TCFC) é um novo recurso tecnológico de produção de imagens que está substituindo outros recursos de raio-x no campo da ortodontia. Ela consiste de um digitalizador de tomografia computadorizada capaz de abrigar a mesma área de um outro de tomografia computadorizada comum só que com um décimo da dose de radiação. Isto se mostra possível pois o aparelho gira ao redor do objeto-foco apenas uma vez, fazendo uso de um feixe de raios-x de formato cônico - em vez de um feixe muito mais fino e colimado -, e um detector muito mais amplo.

O processo pode ser melhor compreendido imaginando-se o digitalizador TCFC como um cefalômetro rotativo; tirando cefalogramas a partir de vários ângulos, o computador obtém dados suficientes para conseguir (a) reconstruir um volume completo do objeto-foco e (b) corrigir a distorção acarretada pelo feixe cônico. A dosagem de radiação, portanto, situa-se entre a de um *scanner* de tomografia computadorizada (máxima dosagem) e o de um par de cefalogramas posteroanterior e lateral (dosagem mínima).

Apesar de a resolução das imagens geradas por um scanner TCFC nunca poder ser comparada com as de um de tomografia computadorizada comum, ela mostra-se alta suficiente para medidas ortodônticas acuradas.

### 2.3.5 Modelos dentários

os modelos dentários fornecem um *facsimile* razoável da oclusão do paciente( Figure 2.9 na página seguinte). A despeito de um exame clínico abrangente, julga-se melhor ainda dispor de um conjunto desse tipo de modelo para correlacionar as informações adicionais das radiografias cefalométricas e intraorais. Tirados em um momento específico do desenvolvimento da criança, eles provêm um registro permanente da situação específica no tempo. Além do mais, eles também são de fundamental importância a produção de aparelhos ortodônticos.

### 2.3.6 Fotografias

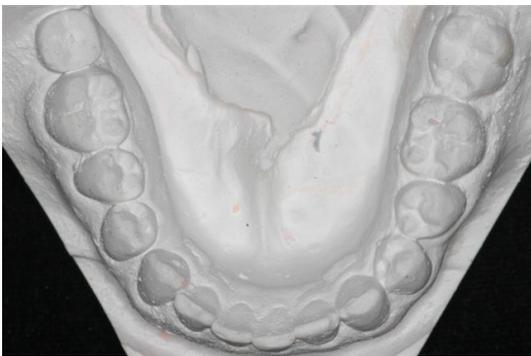
As fotografias, assim como os modelos dentários, servem como registro da estrutura dental e dos tecidos revestimento em um dado momento. A fotografia mostra-se até mesmo de maior importância quando o o dentista não dispõe de toda aparelhagem necessária para se tirar chapas cefalométricas(Graber, 1972, p.428). Considera-se que a harmonia e o equilíbrio



(a)



(b)



(c)



(d)

Figure 2.9: A symmetrically smoothly finished study cast. (Courtesy of Prof. Franco Magni.)



(a) Frontal at rest



(b) Lateral at rest



(c) Frontal smiling

Figure 2.10: Extra-oral photographs. (Courtesy of Prof. Franco Magni)



(a) Superior arch



(b) Left side



(c) Inferior arch



(d) Right side

Figure 2.11: Intra-oral photographs. (Courtesy of Prof. Franco Magni.)

estéticos faciais constituem objetivos importantes na terapia ortodôntica. Em vista disso, um registro permanente do perfil original e da aparência do rosto todo (utilizando fotografia extraoral, Figure 2.10 na página precedente) quando comparados com registros semelhantes pós-tratamento são exemplos vívidos tanto para o paciente quanto para os pais do que pode ser realizado pela ortodontia. O mesmo vale para fotografias intraorais ( Figure 2.11) as quais também constituem um registro não-invasivo da evolução do tratamento.

## 2.4 AS DEMANDAS ATUAIS DOS ORTODONTISTAS

Nesta seção, levanta-se a discussão acerca das demandas apresentadas pela ortodontia ao longo dos últimos 10 a 15 anos.

Durante o desenvolvimento da era digital, era freqüente à tecnologia estar à frente de seus usuários. Esse fato ocorreu em grande parte devido ao afã de as indústrias desenvolverem seus produtos balizando-se pelo que a tecnologia poderia oferecer, não pelo que seria de fato utilizado pelos consumidores. Isto ocasionou a produção de aparelhos com, por exemplo, trinta funções, ao passo que o usuário se beneficiaria de apenas cinco ou dez delas. Assim, o resultado era muitas vezes um sistema de difícil acessibilidade, complexo e nem tão confiável

assim. Considerando esses dados, é salutar utilizar a experiência com mercado objetivando-se tatear as novas e verdadeiras necessidades dos profissionais da área.

Por essa razão, é mister que este projeto focalize as demandas dos ortodontistas, as quais podem ser resumidas em:

1. Um modo de trocar dados entre colegas com facilidade;
2. Um modo de transferir facilmente dados de pacientes de um sistema para outro;
3. Um modo de compartilhar dados entre sistemas de *software* dentro da mesma prática, descartando, assim, a necessidade de se ter de manter grupos diversos dos mesmos dados dos pacientes;
4. Um modo de resguardar os dados dos pacientes, para seus direitos não serem violados (por exemplo, ao implementar diretivas do Ato de Portabilidade e Responsabilidade de Planos de Saúde - HIPPA, nos Estados Unidos);

A troca de dados entre colegas de ofício mostra-se fundamental para enfrentar situações como as descritas na Introdução deste trabalho: a comunicação clínica entre ortodontistas (como em qualquer outra especialidade médica) implica um maior cuidado ao paciente. Apesar disso, atualmente os diversos produtos de *software* não apresentam a função "exportar" ou "importar", inviabilizando o processo.

Ao substituir seu sistema ou o fornecedor de *software*, o ortodontista acredita ser possível mover todos seus dados clínicos do programa antigo para o novo sem prejuízo de custos adicionais, um dispêndio de tempo, ou qualquer outra sorte de óbice. Isto tem-se tornado uma preocupação central desde o desenvolvimento de diversos produtos de *softwares* ortodônticos.

Esse desenvolvimento provocou ainda uma outra necessidade: utilizar sistemas diferentes no mesmo local e ao mesmo tempo. É fato que frequentemente encontra-se *softwares* ortodônticos diferentes para a mesma prática, embora em aplicações diferentes. Sendo assim, estes prescindem não somente das funções "importar" e "exportar" dos dados do paciente, como também lidar com uma base de dados do paciente centralizada. Isto viabilizaria a eficiente sincronização de dados clínicos das várias aplicações.

Com o recente advento da intervenção governamental na provacidade do paciente, os ortodontistas, por sua vez, consideram a questão da confidencialidade de seus pacientes. Acredita-

se que seus sistemas devem ser capazes de lidar automaticamente com as atividades solicitadas para o garantir a observância plena do HIPAA ou outros normativos não-estadunidenses.

Os ortodontistas necessitam basicamente de definições, estruturas, formatos e codificações de dados comuns relevantes no tratamento ortodôntico, em uma linguagem e plataformas neutras e modelo extensível. Existe também a demanda para protocolos de nível de aplicação para a troca de dados segura e confiável entre aplicações e sítios, objetivando-se facilitar o compartilhamento de dados e a colaboração entre pacientes, médicos, outros provedores de serviços, etc(Align Technology Inc. et al, 2004). Diversos *softwares* foram desenvolvidos para várias tarefas inerentes à ortodontia, estendendo-se desde a aplicação clínica até a administrativa. Mesmo assim, nenhum deles coaduna-se com um padrão internacional bem aceito. Na verdade, os padrões atuais não contemplam todas as exigências domínio ortodôntico de maneira satisfatória. Considerando que a Ortodontia lida com elementos informacionais relacionados tanto ao tratamento<sup>8</sup> e processamento de imagens que não existem no campo odontológico, é de suma necessidade um novo padrão que inclua os formatos de estrutura e a relação destes novos elementos (Harrell et al., 2005)[HarrellINPRESS2005], o qual apresentaria a solução mais completa para os quatro requisitos acima descritos.

O próximo capítulo focaliza padrões de informática e seu desenvolvimento, primeiramente, no geral e, subseqüentemente, três padrões médicos específicos bem sucedidos.

---

<sup>8</sup> Diagnóstico, planejamento do tratamento, análise dos resultados, aparelhos e anatomia radial.

## 3 AVALIAÇÃO DO PADRÃO

O presente capítulo subdivide-se em três partes. A primeira delas 3.1 contempla o processo que envolve a elaboração e a disponibilização de um padrão de informática. As Seções de 3.2 à 3.7 contêm uma revisão de três padrões analisados e suas respectivas organizações elaboradoras. Ao final, a Seção 3.8.1 discutirá, à luz dos autores propostos, uma saída para a questão.

Subseqüentemente, o Capítulo 4 deter-se-á em um detalhe específico da solução apresentada na Seção 3.8.1. Decidiu-se limitar o escopo do presente trabalho até esse ponto por julgar-se a implementação de uma solução completa para problema um objeto muito extenso para um projeto de Mestrado.

### 3.1 A CRIAÇÃO DE UM PADRÃO DE INFORMÁTICA

A elaboração de um padrão de informática envolve vários estágios, quais sejam, a formação de uma comunidade, a definição de domínios, a pesquisa, a escolha da tecnologia, a construção do padrão, seu lançamento e, finalmente, sua implementação e testagem. A definição de domínio e a escolha tecnologia a ser empregada são dois pontos que requerem atenção redobrada, visto que estes exercerão maior influência no resultado final do padrão.

Tendo em boa conta o fato de as informações contidas nesta seção serem aplicáveis a qualquer padrão de informática, conceitos gerais aqui abordados foram conciliados com a situação atual do desenvolvimento de um orto-PEP. A maior parte do trabalho em andamento atualmente é realizada por membros do *Standards Committee on Dental Informatics* – SCDI (Comitê de Padronização da Informática Odontológica) – da ADA – *American Dental Association* (Associação Dental Americana), tratados com maior detalhamento em 3.6 na página 65. Isto justifica o fato de serem feitas inúmeras referências a essa insituição.

#### **Formação de uma comunidade**

O processo de desenvolvimento de um padrão tem como marco inicial a formação de uma comunidade composta de segmentos interessados, os quais redundam, ao final, em um grupo formal da área. Com esse propósito, em maio de 2004, um novo grupo de trabalho – *WG (Working Group)* – dentro do SCDI da ADA foi firmado por Philippe deSmedt, da Align Tech-

nology, e Steve Bartingale, da 3M. Nomeado *WG 11.6 Interation of Orthodontic Standars – WG 11.6 Integração de Padrões Ortodônticos–*, o grupo conta hoje com membros tais como a 3M, a Universidade do Norte da Carolina, a Universidade de Illinois, em Chicago (Illinois, EUA), a Universidade do Pacífico (São Francisco, CA, EUA), a *University of Missouri Kansas City* (EUA), a Case Western Reserve University, a *University of Pittsburg* (PA, EUA), a *Loma Linda University* (Los Angeles, CA, EUA), a Universidade de Brasília, a Kodak, a *Dolphin Imaging*, a *Ortho Computer Systems Inc.*, a *Orametrix* e a *Drake Visual LLC*.

O processo de formação dessa comunidade resultou na formalização de um grupo de partes interessadas dos meios acadêmico, comercial – a indústria – e clínico, o ADA WG 11.6.

### **Definição de Domínio**

Atribui-se o termo domínio à esfera específica de atividade bem como os elementos de trabalho de um determinado projeto. Ele é definido mediante a combinação de diagramas<sup>9</sup> com textos escritos, representando individualmente cada ilustração da realidade – exemplo do mundo real – a ser abarcada pelo padrão.

Este contitui um dos passos mais importante para o desenvolvimento de um padrão de informática, na medida em que demilita o esqueleto do padrão em si. Além do mais, o futuro padrão é definido durante esse processo; caso se projete um domínio muito amplo, o trabalho poderá tornar-se desnecessariamente complexo. Opostamente, vindo a ser muito pontual, inúmeros dados poderão não ser contemplados, exigindo-se uma profunda reestruturação.

Concluindo-se a definição clara do domínio por meio de diagramas e textos, será possível também determinar os tipos e atributos de dados para cada situação, os quais poderão ser mais tarde traduzidos para uma linguagem de padrão específica – como o HL7 (ver seção 3.2) ou o DICOM (ver seção 3.4).

Nessa área, firmou-se que o domínio do padrão inclui todos os dados ortodônticos utilizados atualmente em formato digital. Estes abrangem todo o campo da ortodontia e podem ser classificados, para fins didáticos, em dados imaginológicos – fotos de pacientes, raios-x, varreduras por tomografia CFC, etc – e não-imaginológicos – a demografia do paciente, informações clínicas, informações financeiras, etc – (ver Capítulo 2 na página 5). Uma

---

<sup>9</sup>Nesse caso, sugere-se o uso de driagramas de casos de uso UML. Todavia, qualquer tipo de diagramas de modelagem que permita a expressão do elemento pode ser utilizado. Por exemplo, a Especificação 1000 (ver seção 3.6.2) emprega as metodologias de modelagem da *U. S. Federal Information Processing Standard (FIPS)* denominadas IDEF0 e IDEF-1X.

definição mais apurada sobre o assunto está sob em voga dentro do grupo de trabalho 11.6 do SCDI (ver seção 3.6) proporcionará uma compilação de casos de uso junto com os tipos e atributos de dados associados.

## **A Pesquisa**

Esta etapa encerra a pesquisa de padrões existentes e de suas respectivas organizações visando-se a decidir pela adesão a um determinado padrão/organização entre os vários existentes, ou por iniciar a concepção um novo padrão/organização. A infraestrutura de um padrão pré-existente pode simplificar enormemente o processo de desenvolvimento de um orto-PEP, fato que fundamenta a preferência por estes.

Uma avaliação preliminar de padrões de dados imaginológicos, médicos, odontológicos, ortodônticos, entre outros elementos, bem como os de troca de dados<sup>10</sup> já foi conduzida. Seus resultados podem ser averiguados nas seções de 3.2 a 3.7. Nesse intento, foram analisadas as organizações, seus processos internos, suas implementações, assim como a estrutura de seus padrões a afim de encontrar um que fosse ao encontro do presente projeto. Uma análise mais profunda será executada com o auxílio de *gap analysis* – integração – uma vez que o domínio já foi definido.

O processo de pesquisa versa sobre a coletânea de diversas propostas de membros dos grupo do 11.6 do SCDI. Estas devem conter um breve resumo do padrão abordado, como o projeto poderia se beneficiar delas, assim como os detalhes da relação entre o grupo de trabalho e as organizações citadas.

## **Definição da tecnologia**

Balizados pelos documentos apresentados na fase anterior, o grupo de trabalho delibera, mediante reunião, a qual ou quais propostas proceder. Em se concertando uma decisão, este providenciará um documento especificando a quais organizações aderir bem como pormenorizando a relação entre esse grupo e a organização externa. Esse normativo deve também dispor também a respeito do meio de se dividir o grupo em subgrupos para a elaboração do

---

<sup>10</sup>Entres esses, podem ser mencionados o DICOM WG 22 – sobre Odontologia – e o WG 12.1 – sobre DICOM – da ADA para dados imaginológicos, o HL7 para dados do paciente, o IGES – Initial Graphics Exchange Specifications – , o STL – Standard Template Library – ou o VRML – Virtual Reality Modelling Language –, para geometria, os padrões de informática odontológicos CDISC – Clinical Data Interchange Standards Consortium – e ADA(/ANSI), entre outros.

produto final.

É sabido que padrão só pode ser considerado bem sucedido caso seja implementado por diversos fornecedores. Portanto, deve-se não somente considerar, nessa fase, detalhes técnicos e práticos de cada padrão/organização, mas também sua implementabilidade. Na verdade, a tecnologia utilizada influirá diretamente na divulgação e na implementação do padrão. A adesão e extensão de um padrão amplamente aceito e implementado em hospitais e clínicas desfrutará de muito mais chances de sucesso do que a elaboração de um desde o início, ou almejar a extensão de um jamais implementado, mesmo que esta decisão implique um maior dispêndio de tempo.

As ponderações mencionadas fazem deste um estágio crucial na medida em que, assim como na definição do domínio, exerce grande impacto no futuro do padrão em questão.

### **Construção do padrão**

Nesta fase, cada subgrupo trabalha separadamente de acordo com o plano estabelecido na fase anterior. Ao final da tarefa, cada trabalho individual será harmonizado com vistas a, ao final, organizar o padrão de orto-PEP. Daqui surgirá o primeiro esboço do padrão de orto-PEP.

### **Votação e Disponibilização**

A primeira versão do padrão precisa ser apreciada em conjunto, de forma que cada membro da equipe tenha a oportunidade de ajustá-la. Esse processo ocasionará revisões e alterações, conduzindo finalmente à primeira versão implementável do padrão.

### **Implementação e Testagem**

A primeira versão do padrão deve ser implementada e testada antes de sua conclusão definitiva. Subgrupos formados mormente por fornecedores e desenvolvedores de software devem executar essa tarefa a fim de produzir um software capaz de gerenciar informações ortodônticas armazenadas ou transmitidas no formato recém-criado. Caso nessa fase sejam detectados erros, um novo ciclo composto de revisão, votação, versão final, implementação e testagem será gerado. Isto posto, presume-se que, ao atingir esta fase, o grupo encontrar-se-á em ci-

culos de votação, versão final, implementação e testagem até que uma versão final satisfatória seja alcançada.

As seções seguintes contêm um resumo da pesquisa sobre os padrões HL7, DICOM e Especificação 1000 da ADA/ANSI e podem ser encarados como produtos da fase de pesquisa descrita anteriormente. Esses três padrões e suas respectivas organizações foram eleitos com base em sua proeminência, alto grau de especificidade e qualidade. Porém, a avaliação de cada um contém um desdobramento com a comparação destes a outros padrões semelhantes existentes. Nesta parte, informações específicas sobre outros padrões poderão ser encontradas.

A análise desses documentos foi realizada enfocando-se a aplicação de cada no campo ortodôntico.

## **3.2 O HEALTH LEVEL SEVEN (HL7)**

Esta parte compreende o HL7 bem como seu processo de refinamento. O HL7 refinado viabiliza a transferência de dados ortodônticos eletrônicos utilizando-se um padrão já existente e bem estabelecido. No entanto, dados binários tais como imagens não constituem parte do HL7, o qual prescinde da cooperação com outro padrão, sugerindo-se sua integração com o DICOM para a apresentação de dados imaginológicos.

Propõe-se a seguinte organização para essa parte: contextualização do padrão, apresentação do HL7 e de seus elementos essenciais, resumo do que se necessita para o refinamento do padrão e uma lista dos itens aos quais mais se deve quando da criação do padrão ortodôntico digital em HL7. Aspira-se, com isto, fornecer um resumo do que seja o HL7 e como ele pode ser aplicado aos dados ortodônticos.

### **3.2.1 A Organização**

O termo HL7 é o acrônimo referente tanto à organização quanto ao padrão que esta apóia e mantém, acepções tais que serão abordadas respectivamente.

A Health Level 7 é uma Organização de Desenvolvimento de Padrões – *Standards Developing Organization* (SDO) – certificada do *American National Standards Institute* (ANSI) – Instituto de Padronização Americano –, e concentra-se na troca eletrônica de informa-

ções clínicas, financeiras e administrativas entre sistemas de computadores de serviços de saúde independentes. Ela é uma organização voluntariada sem fins lucrativos cujos membros são PROVIDORES, VENDORS, fornecedores, consultores, grupos governamentais e outros interessados no desenvolvimento de padrões na área de saúde. De acordo com a HL7 (The Health Level Seven, 2005b, p. 2), 90% dos fornecedores de sistemas de saúde são membros, abrangendo mais de 2.200 membros da indústria médica. Ela foi concebida pelo ANSI como uma SDO certificada e, desde então, tem publicado e recebido aprovação desse órgão para a elaboração vários padrões, cooperando com outros 14 comitês de padrões e tendo subsidiárias em 27 países diferentes.

Dotada de uma estrutura satisfatória, a organização é subdividida em 26 Comitês Técnicos – *Technical Committees* (TCs) – e 18 Grupos de Interesses Específicos – *Special Interest Groups* (SIGs). Os TCs voltam-se para a criação, manutenção e extensão de Especificações Protocolares da HL7, cada uma especializada em um assunto diferente. Os SIGs, por sua vez, preocupam-se com os projetos que auxiliam a aplicação e implementação do padrão em si. O SIG JAVA, por exemplo, ocupa-se da criação de uma Interface de Programação de Aplicação JAVA – JAVA Application Programming Interface (API) – ao modelo de informações do HL7.

A principal meta da HL7 é estabelecer um modo padrão para que os programas de diferentes fornecedores possam se comunicar entre por si meio da troca fácil de dados dos paciente. Ela focaliza-se no nível comunicativo, definindo o meio para se contruir uma mensagem bem elaborada, passível de leitura por sistemas compatíveis com o HL7. Sobre esse padrão, ele não abrange o formato em que a mensagem deve ser armazenada. Ademais, sua documentação é altamente específica e utiliza freqüentemente um pseudo-código, fluxogramas e diagramas UML – *Unified Modeling Language* –, que auxiliam, por exemplo, na compreensão de como compor uma mensagem do HL7 bem elaborada.

Atualmente, os membros da HL7 estão trabalhando na versão 3.0 de seu padrão. Eles afirmam que esta é substancialmente mais avançada e mais completa do que a 2.0. Todavia, a 2.5 é a última versão aprovada pelo ANSI.

### **3.2.2 O Padrão**

O padrão Health Level 7 é um protocolo de aplicação de troca de dados eletrônicos para uso no meio médico. O número 7 refere-se ao nível de aplicação mais alto do modelo de comunicações da Organização Internacional de Padronização – *International Standardization Organization* (ISO) – para Interconexão de Sistemas Abertos – *Open Systems Interconnection*

(SI), lidando com a definição dos dados a serem trocados, o tempo da troca e a comunicação de erros ocorridos à aplicação. Adicionalmente, esse nível suporta funções tais como a verificação de segurança, a identificação de participantes, a verificação de disponibilidade, as negociações de mecanismos de troca e, mais notavelmente, a estruturação de troca de dados.

No HL7 compilou-se-se a documentação necessária para estruturar informações médicas de modo coerente e universal sendo que as diversas classificações e subdivisões de objetos são orientadas principalmente para informações textuais. Isto é, o HL7 deconsiderou a necessidade de definição dos meios para codificação ou armazenagem de dados binários – i.e. imagens digitais, filmes, arquivos de áudio, volumes tridimensionais. Vários formatos de codificação diferentes destinados a tais dados já foram desenvolvidos, etc – dispensando, assim, a definição de novos formatos no escopo do HL7. Em vez disso, o padrão criou uma estrutura muito bem organizada para a organização de todo conhecimento médico, incluindo-se um marcadores de posição para dados binários. Assim, caso fosse necessário enviar o raio-x de um paciente pela rede utilizando o HL7, requerir-se-ia primeiramente escolher o formato no qual este seria salvo e enviado – de preferência um que seja legível pelo sistema do destinatário. Após isso, o raio-x seria encapsulado por uma mensagem HL7 recém-criada. A essa altura, o raio-x já poderia ser trocado entre sistemas compatíveis com o HL7.

A despeito da última versão do HL7 aprovada pela ANSI, a 2.5, nos últimos 14 anos, a versão 3.0 tem sido utilizada, encontrado-se ainda em fase de apreciação.

## **A Versão 2.x (v2)**

Em 1991, o ANSI aprovou a primeira versão do HL7, a v2.1, sendo a versão 2.5 a última a ser efetivamente certificada<sup>11</sup>. Ela prescreve um conjunto de regras para a organização de dados médicos de forma que possam ser enviados e recebidos por meio de redes e de dispositivos removíveis de modo eficiente e confiável. Tudo isto é supervisionado apenas no nível da aplicação, haja vista que operações de rede básicas tais como o controle de erros, conversão de caracteres e tamanho da mensagem supostamente já foram monitoradas.

A transferência de dados é feita mediante unidades atômicas denominadas *mensagens*. Dentro de cada uma delas, *campos* de dados são agrupados em *segmentos*. Cada campo desses não passa de uma seqüência de caracteres com atributos<sup>12</sup> a ele relacionados.

<sup>11</sup>Sancionada em 23 de junho de 2003.

<sup>12</sup>Entre os quais a posição, tamanho máximo, tipo de dados, opcionalidade, repetição, tabela, número de identificação e nome.

Já a versão 2.x delimita uma documentação simples e estática de mensagens em seus campos, não determinando as interações entre os processos e os atores. Além do mais, ela não é codificada por XML, mas sim, por meio de um sistema chamado *barras verticais*<sup>13</sup>. Apesar de tudo isso, a HL7 lançou um documento detalhando a codificação das mensagens da 2.x utilizando XML – eXtensible Markup Language – (The Health Level Seven, 2003b).

Apesar de ser um padrão que, além de internacional, é ainda amplamente utilizado<sup>14</sup>, a versão 2.x já está se tornando obsoleta. A HL7 constatou serem necessários aprimoramentos essenciais que exigiriam uma reorganização total da metodologia utilizada para desenvolver essa especificação. O seguinte trecho da introdução do manual (The Health Level Seven, 2006) ajuda a compreender por que a organização iniciou a elaboração de uma edição totalmente revisada de seu padrão:

O processo de desenvolvimento do HL7 v2.x é completamente *ad-hoc*; não existe uma metodologia específica. Os membros não recebem qualquer diretiva formal para elaborar as mensagens. Os eventos disparadores – *trigger events* – e os campos de dados são descritos somente em linguagem natural. A relação estrutural entre os campos de dados não é clara. Os segmentos são reutilizados em várias mensagens e as definições destas são reutilizadas para vários eventos disparadores. Para suportar essa reutilização extensiva, a maior parte dos campos de dados são opcionais. Os capítulos são consistentes em seu uso dos eventos disparadores em oposição aos códigos de status. Não há especificação sobre quando se deve esperar que um tipo de sistema de informações médica acate um evento disparador ou aceite uma mensagem.

Por intermédio do v.2.x, uma Comitê Técnico cria mensagens editando documentos de processamento de texto diretamente. Os meta-dados não são disponibilizados em um padrão estruturado até que a equipe e os voluntários procedam à fastigante extração de dados a partir dos documentos de processamento de textos após a publicação.

Em suma, não há qualquer necessidade substancial de aprimoramento desse velho processo para que se lide com a amplitude e a complexidade das mudanças as quais o HL7 tem sofrido atualmente. Nossa indústria beneficiar-se-á do produto desse processo considerando que este resulta em uma especificação mais rigorosa.

---

<sup>13</sup>Também conhecidas como “pipe”, o uso do termo é justificado devido a sua utilização para separar os campos dentro das mensagens.

<sup>14</sup>De acordo com os membros do conselho do HL7, 90% dos hospitais nos EUA servem-se de algum tipo de implementação da Versão 2.x.

Adicionalmente, a versão 2.x não responde pela a confidencialidade e segurança do paciente (The Health Level Seven, 2003a, p. 1-13). Além disso, silencia-se sobre as mensagens destinadas a apoiar a integração de um prontuário médico do paciente dentre diversas instituições de uma sistema de prestação de serviços médicos. Aqui estão incluídas as mensagens que visam assegurar o controle centralizado e a integridade das informações agrupadas a partir das múltiplas instituições. (The Health Level Seven, 2003a, p. 1-15)

A despeito dos pontos negativos citados, o desenvolvimento da versão v2.x permanece em andamento. A HL7 está trabalhando na 2.6 e alguns de seus SIGs vislumbram a 2.7. Isto se deve ao fato de o HL7 já ter sido amplamente implementado e por funcionar satisfatoriamente. A transição para uma terceira versão custaria muito, ao passo que, para o usuário, aparentemente não haveria qualquer melhora.

### **A Versão 3 (v3)**

Em 1992, a HL7 assinalou uma alteração considerável na metodologia empregada para o desenvolvimento das especificações de seus padrões. A nova tecnologia, intitulada Versão 3.0 ou simplesmente v3, é uma metodologia balizada por modelos fundados em um moderno software orientado ao objeto e em práticas de modelagem de domínio. O projeto v3 representa uma nova abordagem para a troca de informações clínicas, tendo sido concebido a partir de um modelo de objeto único, o Modelo de Informações de Referência – *Reference Information Model* (RIM) – e de uma rigorosa metodologia baseada em UML que vincula o modelo às mensagens e, ao final, à expressão da mensagem em sintaxe XML.

A especificação v3 é elaborada em torno de domínios de sujeito, para cada um dos quais fornece descrições de *storyboards*<sup>15</sup>, eventos disparadores, planos de interação, modelos de objeto de domínio – derivados do RIM –, descritores de mensagens hierárquico – Hierarchical Message Descriptors (HMDs) e descrição em prosa de cada elemento. A implementação desses domínios além desse ponto depende de um Guia não-normativo da v3 e de especificações normativas para tipos de dados, das Especificações Técnicas Implementáveis de XML – *Implementable Technical Specifications* (ITS), encapsuladores de controle de mensagens e protocolo de transporte. A v3 é o padrão mais definitivo até agora, incorporando mais eventos disparadores e formatos de mensagens do que seus antecessores.

*O principal objetivo da HL7 para a versão v3 é disponibilizar um padrão definido e testável, bem como a certificação da conformidade de fornecedores e implementadores.* Portanto, os

---

<sup>15</sup>Roteiros desenhados/em quadinhos, em português, referindo-se aos casos de uso do HL7. O termo utilizado foi mantido no inglês devido a seu desuso na área de tecnologia de informação em português.

princípios norteadores desse projeto confere ao padrão mais vigoroso e plenamente especificado.

Com efeito, a principal diferença entre a V2.x e a v3 é que a segunda define atores e processos, assim como a relação entre eles relacionada ao modo de codificar mensagens. A v2.x lida somente com as mensagens em si.

Com relação à época dessa afirmação<sup>16</sup>, a v3 ainda se encontra em fase de ajustes, apesar de sua primeira versão já ter sido lançada (a documentação foi enviada aos membros em novembro de 2005).

A v3 será discutida mais aprofundadamente, considerado-se de o pouco benefício que a comunidade ortodôntica teria com a v2.x.

### **3.2.3 Construindo blocos de v3**

Para que se possa utilizar o padrão, cumpre, preliminarmente, entender seus rudimentos. De antemão, cabe ressaltar que a v3 não é uma ferramenta simples, por seus conceitos serem consideravelmente abstratos e complexos. Nesta seção, serão apresentados os elementos do v3 necessários para a compreensão do processo de refinamento descrito na seção 3.2.4. Esta não se propõe ser uma descrição exaustiva da v3 do HL7.

Os componentes de elaboração de mensagens do HL7 podem ser de dois tipos: estáticos e o dinâmicos. Os primeiros descrevem interações entre sistemas (*Storyboards* (Seção 3.2.3), papéis de aplicações (Seção 3.2.3), e eventos disparadores (Seção 3.2.3) , enquanto os últimos lidam com o conteúdo estático das mensagens – D-MIM (Seção 3.2.3), R-MIM (Seção 3.2.3), HMD (Seção 3.2.3) e MT (Seção 3.2.3).

#### **Componentes Estáticos: RIM**

Desempenhando uma função central no v3, o Componente de Modelo de Informação – *Information Model Component* –, também designado Modelo de Referência de Informação (RIM), ele age como uma fonte comum de informações para toda a especificação. Ele fornece uma representação explícita ligações léxicas e semânticas figurantes entre informações contida nos campos do HL7. Além do mais, o RIM é utilizado para expressar o conteúdo das

---

<sup>16</sup>Dezembro de 2005.

informações para o trabalho coletivo do Grupo de Trabalho do HL7, constituindo-se como o modelo de informações que abrange o domínio de interesse do HL7 como um todo (The Health Level Seven, 2006, Sec. 2.2.2). Em outras palavras, o RIM proporciona um meio de especificar o conteúdo informacional das mensagens que clarificam as definições e garante que estas sejam utilizadas consistentemente entre as mensagens da V3 definidas pelos Comitês Técnicos.

O RIM do HL7 é um componente decisivo do processo de desenvolvimento do v3. Ele é a raiz de todos os modelos e estruturas de informação criados como parte do processo de desenvolvimento do v3.

Ele é documentado com a utilização de diagramas UML puros. A construção do RIM é orientada ao objeto, servindo-se de *classes*<sup>17</sup>, *generalizações*<sup>18</sup>, *associações*<sup>19</sup>, *tipos de dados*<sup>20</sup> e *atributos*. Os atributos de classe são os componentes centrais do modelo de informação, consistindo na fonte de toda o conteúdo informacional do HL7. Ele contém seis classes principais: a Ato (ação), a Entidade (pessoas, lugares e coisas), o Papel, a Relação de Atos (liga os Atos), a Participação (liga Papéis a Atos), a Ligação de Papéis. A partir destes toda as outras classes derivam.

A maioria dos atributos apresentam natureza descritiva, todos dos quais são controlados por *restrições*<sup>21</sup> por *vocabulário*<sup>22</sup>.

Adicionalmente, a documentação contém uma seção inteira destinada à definição da tecnologia de implementação, denominada Especificação de Tecnologia de Implementação – Implementation Technology Specification (ITS). Essa parte prescreve como representar objetos do RIM para a transmissão por meio de algum tipo de mídia – *e-mail*, CD, discos removíveis, etc. Esta é a definição de nível menos elevado do padrão, visto que descende até os níveis 6 e 5 da ISO. A HL7 adotou a XML para o seu ITS inicialmente votado, optando pela recomendação do esquema XML dentro a família de padrões XML.

---

<sup>17</sup>Abstração de elementos e conceitos que consistem interesse em um determinado domínio de aplicação. São as pessoas, os lugares, os papéis, as coisas e eventos sobre os quais se guardam informações abstraction, tendo um nome, descrição e um conjunto de atributos. As instâncias das classes denominam-se *objetos*.

<sup>18</sup>A relação de generalização é uma ligação entre classes – em oposição aos objetos.

<sup>19</sup>Define uma relação entre objetos.

<sup>20</sup>Blocos de construção básicos de atributos. Definem o formato estrutural dos dados contidos no atributo e influencia o conjunto de valores que um atributo pode assumir.

<sup>21</sup>Delimitam um grupo de valores possíveis os quais o atributo pode assumir.

<sup>22</sup>Especifica todos os valores válidos em uma instância de atributo ou de um atributo de campo.

## **Componentes Estáticos: o D-MIM**

Assim como outros modelos incluídos nos documentos do v3, o Modelo de Informação de Domínio de Informação – *Domain Message Information Model* (D-MIM) – é um diagrama que mostra a relação entre as classes. Diferentemente do RIM, contudo, o D-MIM (assim como o R-MIM) utiliza um UML modificado. O D-MIM é um subconjunto do RIM (ver Seção 3.2.3), o qual inclui um grupo de classes amplamente expandido – sendo sempre clones das classes do RIM –, atributos e relações utilizadas para a criação de mensagens para qualquer domínio particular. Por exemplo, o grupo de classes de cujos o domínio de Prontuários Médicos/Documentos Estruturados lança mão é totalmente diverso daquele utilizado pelo domínio Administração do Paciente. Os D-MIMs para esses dois domínios serão, conseqüentemente, um tanto diferentes, apesar de ambos derivarem do RIM.

O D-MIM propicia uma solução para os requisitos de informação de um domínio de problema específico. Para tanto, o mapeamento do modelo de informação de domínio do requisito para o RIM é utilizado para a identificação das classes do RIM que necessitam ser incluídas no D-MIM. Em alguns casos, pode ser necessário incluir clones múltiplos da mesma classe RIM, cada um dos quais recebendo um nome único que reflete seu uso corriqueiro.

## **Componentes Estáticos: HMD**

Em termos gerais, o Descritor de Mensagens Hierárquico (HMD) é uma representação tabular de seqüência de elementos (isto é, classes, atributos e associações) que define a mensagem sem se reportar à tecnologia de implementação. Ele compreende uma estrutura de mensagem de base única, tipo de mensagem “comum”. Essa estrutura de mensagem de base jamais é enviada e, assim, não apresenta um evento disparador correspondente. Na verdade, é a moldura a partir da qual outros tipos de mensagem específicas e correspondentes são criadas. O HMD e os tipos de mensagens nele contidos podem ser representados como uma planilha.

## **Componentes Estáticos: o R-MIM**

Os Modelos de Informações de Mensagem Refinado – *Refined Message Information Models* (R-MIM) – são utilizados para expressar o conteúdo de informação para um ou mais HMDs que se originam da classe raiz identificada pelo ponto de entrada no R-MIM, cada um destes últimos sendo um subconjunto do D-MIM e contendo somente as classes, atributos e associações necessárias para a composição do conjuntos de mensagem derivados do

HMD provenientes da classe-raiz do R-MIM. As classes, atributos e associações não exigios para aqueles HMDs são descartados assim como as hierarquias de generalização também são declinadas.

### **Componentes Estáticos: MT**

Um tipo de mensagem – message type (MT) – representa um único conjunto de restrições aplicadas em oposição à a mensagem comum.

### **Componentes Dinâmicos: os *Storyboards***

Durante a leitura das especificações do HL7, é possível encontrar várias formas de se definir o termo *Storyboards*, cada uma das quais remetendo a conceitos semelhantes, quando não iguais. Dado que o termo é comum no meio de desenvolvimento de padrões, é proveitoso esclarecimento possíveis definições:

- O *Storyboard* (SB) presta-se a uma série de ações interações temporariamente sequenciadas que envolve uma ou mais entidades participantes (e.g., humanos e/ou sistemas) e pode, ao longo de seu caminho, fornecer um valor específico para uma ou mais das entidades envolvidas.
- O *Storyboard* é uma descrição de linguagem plana de uma série de passos que envolvem alguma troca de informações entre participantes diferentes para atingir os objetivos de um processo de negócio médico. A lista de passos pode vir em termos abstratos e genéricos ou na forma de exemplos do mundo real.
- O SB deve responder à pergunta: “para qual fim estas informações estão sendo compartilhadas?”
- Os SBs constituem meios de designar um contexto para as definições de eventos disparadores (Seção 3.2.3).
- O processo de criação do *Storyboard* estabelece as bases para a descrição de mensagens HL7 e de seu conteúdo.
- Uma narrativa do *Storyboard* é uma descrição de um evento do mundo real que fornece o contexto necessário para o desenvolvimento de uma interação específica nele descrita.

- A *Storyboard* é composto por uma breve descrição de seu propósito e de um diagrama de interação que mostra a progressão de interações entre os papéis da aplicação (ver Seção 3.2.3).
- Os SBs são informativos, em contraste com documentos normativos – eles existem para explicar outras seções informativas do padrão.

O conceito foi apropriado da indústria de cinematográfica e de animação – Roteiro Desenhado ou Roteiro em Quadrinhos –, sendo de utilidade inefável para o desenvolvimento das mensagens de HL7 pelas mesmas razões aventadas por aquela.

- O *Storyboard* descreve uma estória mediante uma série de fotografias ou eventos em uma ordem cronológica;
- Cada imagem representa um momento reconhecível e significativa na seqüência de eventos que o leitor deve conhecer para entender o todo da série bem como seu resultado;
- Cada desenho ilustra os principais participantes e sua interação com outros jogadores;
- A série completa de imagens proporciona uma descrição coerente de um processo inteiro ou de uma atividade.

Finalizando, eles assemelham-se com os diagramas de casos de uso UML.

### **Componentes Dinâmicos: Papéis de Aplicação**

Os papéis de aplicação enquadram um conjunto de responsabilidades de comunicação que pode ser implementado por aplicações. Sendo assim, descrevem componentes do sistema ou subcomponentes que enviam e/ou recebem interações. Na prática, um papel de aplicação representa um computador ou um programa que desempenha um papel dentro do contexto de envio/recebimento de mensagens de HL7.

### **Componentes Dinâmicos: Eventos Disparadores**

Um evento disparador – ou desencadeador – é um conjunto de condições explícitas que ativa o início da transferência de informações entre os componentes de um sistema – os papéis de

aplicação. É um evento do mundo real assim como a submissão de pedido de exame a um laboratório ou a requisição de um medicamento. No padrão v3, esses eventos são de interação<sup>23</sup>, transição de estado<sup>24</sup> ou disparo a pedido do usuário<sup>25</sup>. Finalizando, a maioria deles são do tipo de Transição de Estado e podem ser encontrados dentro do modelo de informações de mensagem D-MIM) definido para suportar uma interação de mensagem específica.

### **Componentes Dinâmicos: As Interações**

As interações são utilizadas para definir explicitamente as interações entre papéis de aplicação, sendo um modo de transferência de informações exclusivo e de mão única.

Uma única interação deve responder claramente às questões: 1. Que tipo de componentes de sistema deve enviar uma tipo particular de mensagem; 2. A que tipo de componente de sistema receptor o tipo de mensagem é enviado; 3. Como um sistema sabe quando enviar um tipo particular de mensagem; 4. Qual é o tipo específico de mensagem.

As interações são tipicamente representadas mediante diagramas de interação (Fig. Figura 3.16) e são utilizadas dentro dos *Storyboards*.

#### **3.2.4 Refinando o HL7**

Esta seção trabalhará com as fases empreendidas no processo de acréscimo de novos domínios às especificações do HL7.

Atualmente, o HL7 não oferece um domínio odontológico, muito menos ortodôntico. Diante desse fato, caso se almeje a implementação do padrão de dados eletrônicos ortodônticos com o HL7, é necessário manejar as técnicas de refinamento e expansão das especificações atuais do HL7.

A Estrutura de Desenvolvimento do HL7 – HL7 Development Framework (EDH) (The Health Level Seven, 2005a) é um documento que prescreve os processos da metodologia de

---

<sup>23</sup>Eles podem ter base em uma outra interação. A resposta dada a um pedido retrata bem um exemplo de evento disparador baseado em interação.

<sup>24</sup>Estes resultam de uma transição de estado como descrita no Modelo de Transição de Estado – State Transition Model – para uma interação de mensagem em específico. O disparo para o cancelamento de um documento, por exemplo, pode ser tido como exemplo de um evento desse tipo.

<sup>25</sup>Os eventos disparadores podem basear-se em um pedido do usuário. Por exemplo, aquele que faz um sistema enviar todos os dados acumulados para um sistema de rastreamento a cada doze horas.

desenvolvimento do HL7. O processo completo de criação de uma especificação do HL7 é dividida em sete fases (The Health Level Seven, 2005a):

1. Início do Projeto
2. Documentação de Requisitos
3. Modelagem de Especificação
4. Documentação de Especificação
5. Aprovação de Especificação
6. Publicação de Especificação
7. Definição de Implementação

As subseções seguintes foram copiadas a partir do formato presente na EDH, que contém um capítulo individual para cada uma das sete fases mencionadas. Informações mais detalhadas sobre exemplos, ferramentas e molduras podem ser encontradas na EDH (The Health Level Seven, 2005a).

### **Início do Projeto**

Durante essa fase, o projeto é definido, um plano para sua execução é estabelecido e a aprovação dele é obtida. O resultado primário produzido durante o Início do Projeto é sua Carta-Partida. Entre os objetivos desta, destacam-se: (a) Definir o escopo, os objetivos e resultado almejados do projeto; (b) Identificar parceiros, participantes e recursos exigidos pelo projeto; (c) Documentar pressupostos, limitações e riscos do projeto; (d) Preparar um plano de projeto preliminar e documentar dependência entre projetos; (e) Obter aprovação do projeto e lançá-lo.

### **Documentação de Requisitos**

Nessa fase o domínio há a delimitação do problema, a elaboração de um modelo do domínio e a harmonização do o modelo de problema de domínio com modelos de referência do HL7. O resultado primário obtido durante essa fase é a especificação de requisitos. A

sequência de passos para se criar a especificação de requisitos são: (a) Documentar o Processo de Negócio: o Comportamento Dinâmico e a Estrutura Estática; (b) Capturar o Fluxo de Processo: Diagrama de Atividade UML; (c) Capturar Estrutura: Modelo de Análise de Domínio e Glossário; (d) Capturar Regras de Negócio: Relações, Disparadores e Restrições; (e) harmonizar o Modelo de Análise de Domínio com os Modelos de Referência do HL7.

### **Modelagem de Especificação**

Nessa fase, os modelos de referência de modelagem são restritos a modelos de planos por meio de um refinamento iterativo conduzido por especificações de requisitos e o seguimento de regras, convenções e diretrizes de planos de especificação. O resultado primário produzido nessa fase é um conjunto de modelos de planos de especificação – os D-MIMs. Para esse fim, há os seguintes passos: (1) Construir modelos de planos de visualização de informações estáticas; (b) Elaborar modelos de planos de visualizações comportamentais (c) definir componentes de modelos de planos reaproveitáveis; (d) Elaborar modelos de planos de colaboração e interação; (e) Harmonizar modelos de planos com os Moldes de Referência do HL7.

### **Documentação de Documentação**

Durante essa fase os modelos de planos encapsulados em unidades lógicas. O resultado primário produzido durante a documentação de especificação é a especificação proposta, cujos passos para elaboração são: (a) Organizar elementos de modelo de plano em pacotes lógicos; (b) Compor textos explicativos a fundamentação lógica do plano; (c) Atualizar modelos de planos e especificações de requisito; (d) Reunir uma proposta de pacote de especificação; (e) Submeter a especificação para aprovação.

### **Aprovação de Especificação**

Durante a aprovação da especificação proposta, esta passa por uma série de passos, que variam de acordo com a especificação, nível de aprovação e área de interesse. O resultado primário originado nessa fase é uma especificação aprovada, cujo processo inclui os seguintes passos: (a) Obter a aprovação do TSC e do comitê do H17 para votar a especificação; (b) Formar um grupo para proceder à votação da especificação; (c) Avaliar votos negativos e comentários positivos; (d) Ajustar a especificação balizando-se pelos comentários da votação;

(e) Resolver votações negativas e processar outra votação, caso seja necessário.

### **Publicação da Especificação**

Nesta fase, a especificação aprovada é preparada para a publicação e distribuição. O resultado primário derivado desta é a especificação publicada, cujos passos envolvem: (a) Obter aprovação do TSC e do conselho para a publicação da especificação; (b) Preparar a publicação; (c) Submeter a publicação às autoridades da área de padrões (ANSI/ISO); (d) Disponibilizar a especificação em vários formatos de mídia de publicação; (e) Publicar e distribuir a especificação aprovada.

### **Definição de Implementação**

Nessa fase os modelos são novamente refinados e as especificações são ainda mais delimitadas. O processo de refinamento adicional segue o mesmo conjunto de regras, convenções e diretrizes do plano utilizadas no desenvolvimento de uma especificação para utilização em um determinado ambiente por um comunidade de usuários delimitada. O resultado primário dessa fase é um conjunto de perfis de especificação e declarações de conformidade – *Conformance Statements*. O processo de elaboração desses dois documentos perpassa: (a) Identificar a comunidade de usos para as especificações publicadas; (b) Pós-refinar e pós-restringir modelos de plano especificação; (c) Documentar exceções, extensões e anotações às especificações; (d) Preparar e publicar o perfil de especificação; (e) Preparar e publicar a Declaração de Conformidade.

#### **3.2.5 Comparando o HL7 a outros padrões existentes**

A comparação proposta nesta seção mostra-se árdua tarefa haja vista a inexistência de padrões tão completos quanto ao HL7 para fins de análise. O único a aproximar-se deste no tocante a objetivos é o MEDIX, porém, uma documentação recente que o reporte não está disponível na Internet. Esse padrão, cujas iniciais do nome lêem significam *Medical Data Interchange* – Troca de Dados Médicos –, foi desenvolvido pelo *Institute of Electrical and Electronic Engineers* – IEEE. O HL7 foi um parceiro muito próximo do MEDIX no trabalho de compatibilidade entre os dois padrões.

Enquanto que inúmeros padrões de materiais, equipamentos e técnicas foram elaborados nos

campos odontológico e ortodôntico, um número muito reduzido ocupa-se especificamente de dados eletrônicos. A maior parte do trabalho nessa área tem sido conduzido pela ADA, ao passo que diversos padrões de dados médicos eletrônicos completos e satisfatórios têm sido elaborados por instituições tais como : o *American Standards Committee (ASC)*, a *American Society for Testing and Materials (ASTM)* e o *Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)*. Nenhum deles, no entanto, logrou lançar uma solução integrada; por exemplo, o ASC X 12 é de um padrão para documentos de negócio somente, enquanto que os padrões da ASTM definem domínios limitados tais como prontuários médicos eletrônicos, a autenticação de informações sobre cuidados médicos, propriedades identificadoras de cuidados médicos universais, autenticação de usuários, entre outros.

A HL7 lançou mão de alguns destes, trabalhando em colaboração com a seus comitês e favorecendo, assim, a elaboração de um padrão integral que ofereça uma solução completa para o meio médico. Atualmente, em sua terceira principal versão , ela disponibiliza o padrão mais elaborado e moderno da área médica.

### **3.3 O HL7 e OS DADOS ELETRÔNICOS**

Esta seção dedica-se à avaliação do refinamento do HL7 com relação aos dados eletrônicos ortodônticos.

Após sua análise, conclui-se que neste há a disposição de uma estrutura estável de apoio ao desenvolvimento de um padrão para o prontuário médico eletrônico ortodôntico. Não obstante essa dedução, questiona-se o significado da implementação do padrão proposto neste estudo utilizando o HL7 assim como a quantidade de trabalho a ser empregado pelo grupo SCDI WG 11.6 da ADA para tal desígnio.

#### **3.3.1 A Implementação de um Padrão em HL7**

Esta seção abrange um resumo do proceso de refinamento do HL7 para o campo ortodôntico, na qual se tenciona inrtoduzir uma noção do que seria conduzir essa atividade. Informações mais detalhadas sobre o processo de refinamento do HL7 podem ser consultadas na Estrutura de Desenvolvimento do HL7 – HDF(The Health Level Seven, 2005a).

A utilização do HL7, cujo escopo abarca a troca de mensagens entre aplicações, para definir um padrão de dados ortodônticos implica tratá-los a partir de uma perspectiva comunica-

tiva. Como exemplo, pode ser citado o fato de este avaliar a primeira consulta do paciente como um conjunto de informações que necessitam ser movidas entre sistemas – papel de aplicação –, sendo os dados do paciente exportados e importados entre aplicações dentro das mensagens.

O comitê técnico de Modelagem e Metodologia da HL7 desenvolveu um manual (The Health Level Seven, 2005a) detalhando os processos da metodologia de desenvolvimento do HL7. Em termos gerais, o processo de refinamento do HL7 inicia-se com a criação de *Storyboards*. Especialistas em ortodontia compõem um conjunto de *Storyboards*, uma para cada troca de informações financeiras e clínicas, os quais podem então ser empregados na concepção de um D-MIM ortodôntico e de R-MIMs. A partir dos R-MIMs, os HMDs e os tipos de mensagens podem ser criados.

De acordo com a HDF, o processo completo de elaboração de uma especificação do HL7 pode ser dividido em sete fases (ver Seção3.2.4), todas as quais exigem, dentro de um grupo de trabalho, a presença de especialistas da área da ortodontia, facilitadores e associações do HL7 e um especialista em HL7.

Nas próximas seções, os sete estágios arrolados na Seção3.2.4 serão discutidos, aplicando-se-os à tarefa específica de desenvolvimento de um padrão eletrônico ortodôntico.

## **O Início do Projeto**

Este estágio encerra o alcance de um consenso dentro do grupo de trabalho para proceder à utilização do HL7 no campo ortodôntico. Nessa fase uma Carta-Partida já deve ter sido elaborada pelo co-presidente anterior do grupo SCDI WG11.6 Philip DeSmedt na Align Technology e deve estar disponível no site do SCDI, ficando sujeito a adaptações para concentrar-se na criação de um novo domínio do HL7, em consonância com seu o regulamento.

## **A Documentação de Requisitos**

A seguir, os passos para a fase de **Documentação de Requisitos** são arrolados e discutidos.

## Os *Storyboards* – Roteiros Desenhados

O primeiro passo no processo de reunião de requisitos é o desenvolvimento da descrição do problema da troca de dados eletrônicos ortodônticos, o qual é realizado mediante o uso de *Storyboards* (ser Seção 3.2.3).

A documentação para o processo de dados eletrônicos ortodônticos envolve a descrição precisa tanto da estrutura quanto do comportamento/função das entidades envolvidas nos processos. Ela deve ser criada com base no conhecimento de profissionais da ortodontia e na Carta-Partida do projeto, além de ser descrita em um *Storyboard*.

### O Diagrama de Atividade

Atualmente,<sup>26</sup> o grupo de trabalho 11.6 do SCDI está trabalhando parcialmente nesse projeto, objetivando definir uma estrutura de modelo de informações do domínio de dados ortodônticos. Esse trabalho, porém, necessita ser direcionado à criação de *Storyboards*, com os quais tornaria factível a expansão daqueles para diagramas de atividade<sup>27</sup> (ver Figura 3.12).

### O Modelo de Análise de o Domínio e Glossário

O próximo estágio remete à necessidade de se desenvolver um Modelo de Análise de Domínio – Domain Analysis Model – com o uso de um Diagrama de Classe UML. Este deve apenas identificar os conceitos de interesse do domínio e suas interrelações estáticas a partir das ferramentas do UML<sup>28</sup>, não necessitando ser totalmente implementado – isto é, pronto para ser traduzido para um código com todos os métodos e atributos ( ver Figura 3.13).

Fora isso, cumpre a apresentação de um glossário para esclarecer termos utilizados por profissionais da ortodontia para a análise intrínseca dos processos. Um roteiro com os dados ortodônticos pode constituir um recurso útil para o empreendimento dessa tarefa, podendo

---

<sup>26</sup>Referência a 05 de outubro de 2005.

<sup>27</sup>O Diagrama de Atividade é consagrado na versão 1.4 do UML. “O Diagrama de Atividade – gráfico – constitui em uma variação de uma máquina de estado na qual estes representam a realização de ações ou de sub-atividades, e as transições são desencadeadas pela finalização dessas últimas. Portanto, ele define a máquina de estado de um procedimento ou de um processo. O propósito desse diagrama é a focalização nos fluxos induzidos por processamento interno – dentro de um sistema ou de um subsistema.”

<sup>28</sup>Associações, nomes de associações e multiplicidades.

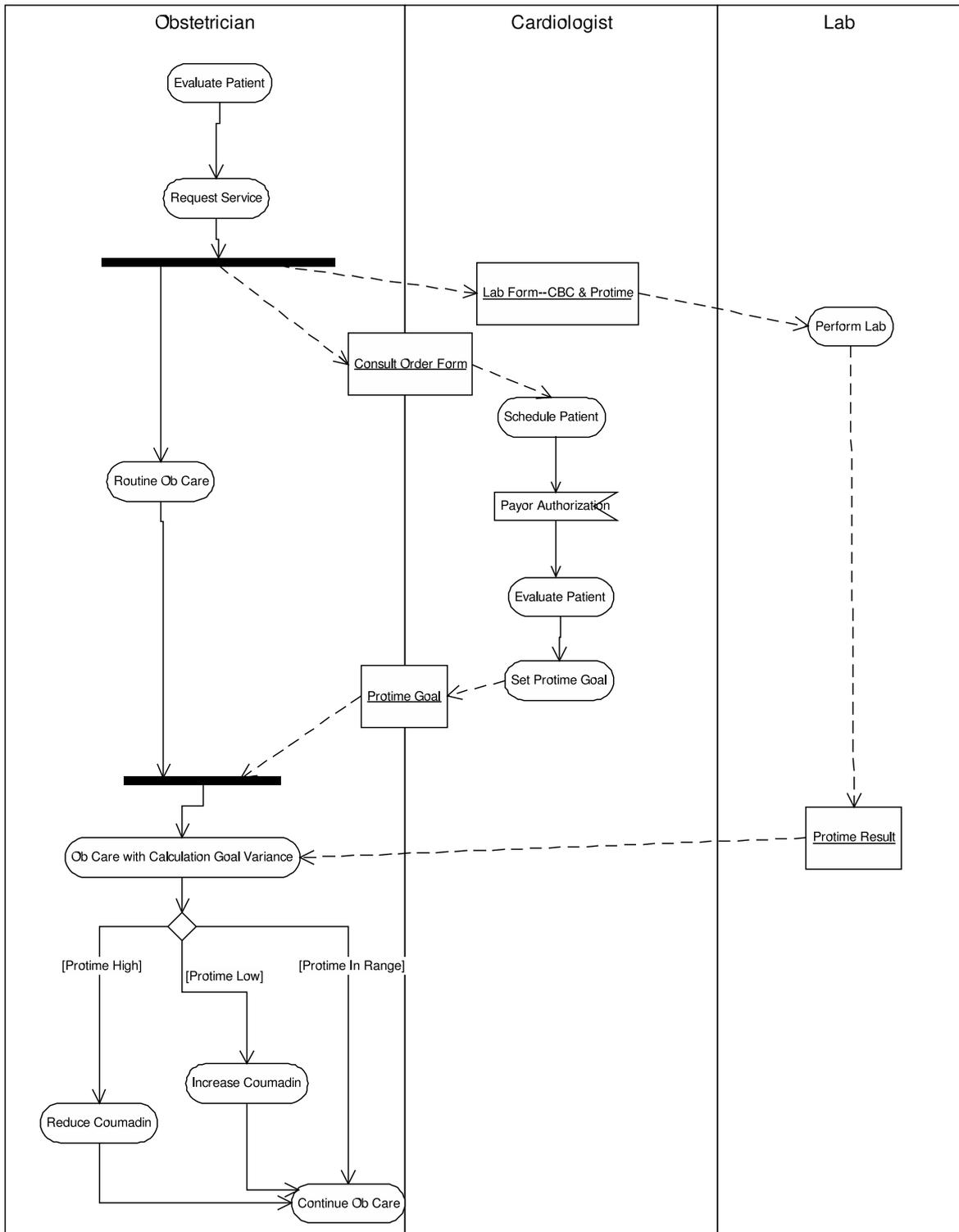


Figura 3.12: O Diagrama de Atividade apresenta uma seqüência de passos e as informações transferidas de um papel participante para outro. Sendo às vezes chamado de Raia, as figuras descrevem o fluxo de controle entre os passos e auxilia na identificação de quais informações precisam ser transmitidas em busca do atingimento dos objetivos do *storyboard*. Considerando o foco do HL7 na troca de informações, a semântica dos Diagramas de Atividade, a qual prescreve a passagem de objetos – por exemplo, dados, informações, mensagens, documentos, – entre as *raias*.

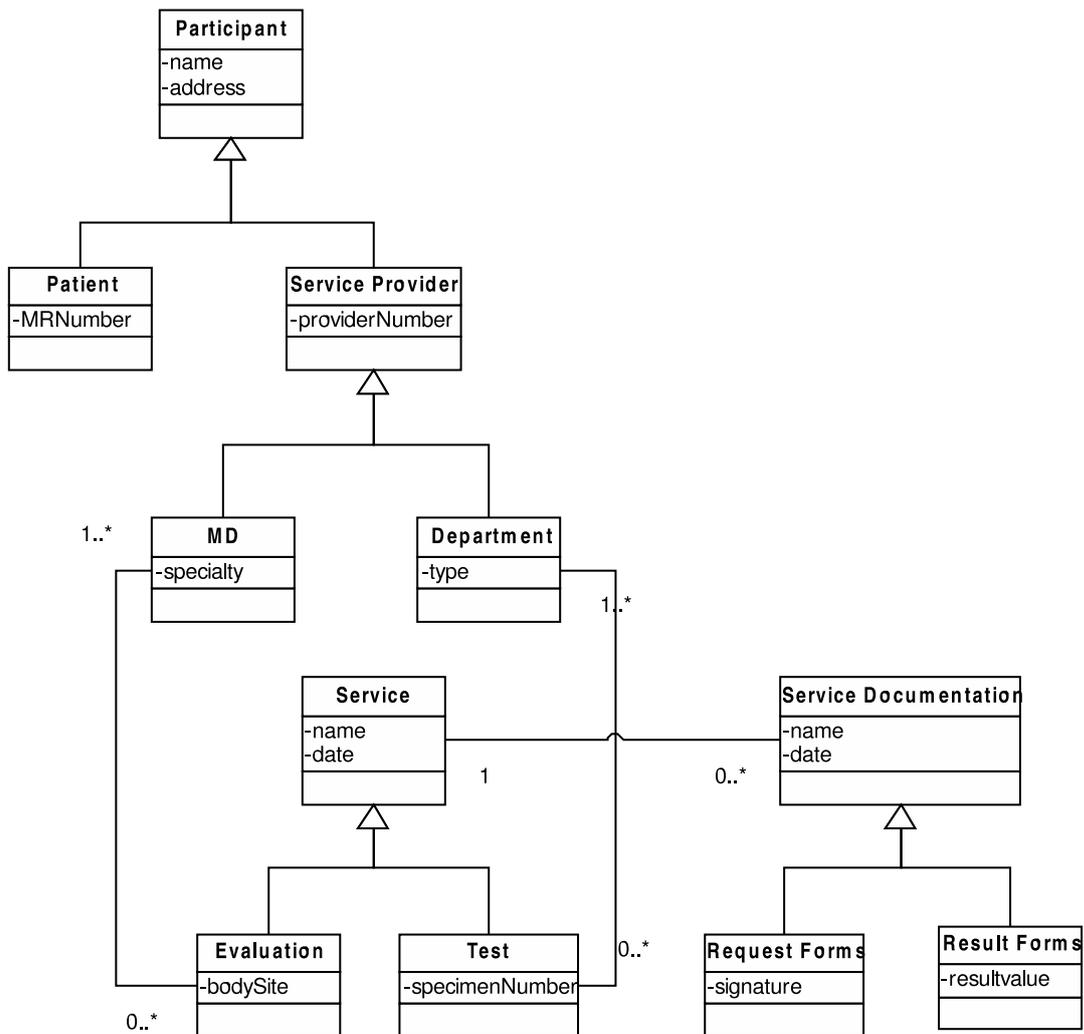


Figura 3.13: O Modelo de Análise de Domínio estipula as informações cruciais a serem compartilhadas para se atingir os objetivos do *storyboard*.

ser encontrado em (Align Technology Inc. et al, 2004). Esse documento deve ser organizado em tabela de duas colunas, sendo estruturado a partir do esquema Termo vs. Definição.

As Relações, os Disparos e as Restrições

Com o diagrama de atividade, o modelo de análise de domínio e o glossário do domínio é possível descrever minuciosamente a estrutura das informações/dados a serem trocados, o que posteriormente será acrescentado aos diagrama de atividade utilizando-se a iconografia de objeto/instância<sup>29</sup>.

A Harmonização

Concluindo, a harmonização dos artefatos desenvolvidos nos passos anteriores com os modelos de referência do HL7 existentes deverá ser realizada. Para tanto, quaisquer incoerências, redundâncias ou omissões deverão ser contornadas.

### **A Modelagem de Especificação**

Na modelagem de especificação, o resultado é uma modelo de projeto de especificação, isto é, um conjunto de D-MIMs (consultar a Seção 3.2.3), processo o qual se constitui de cinco passos, semelhante ao empreendido para a realização da especificação de requisitos. Nessa fase, faz-se necessário um detalhamento mais apurado dos elementos, tendo em vista possibilitar a produção de um modelo de especificação compatível com o HL7, o que implicar pesquisar um D-MIM já existente no padrão HL7 que de alguma forma já atende às especificações de requisito. Caso este já exista, deverá ser modificado por meio do ajuste dos nomes de clones, atributos e relações das classes. Do contrário, um novo modelo deverá ser providenciado clonando-se classes já existentes a partir do RIM.

Com esse intuito, é mister:

- refinar interativamente os diagramas de atividades das especificações de requisito com o uso de Sequência UML, Colaboração e Diagramas de Transição de Estados;

---

<sup>29</sup>Terminologia de programação orientada ao objeto na qual este é tratado como elemento abstrato – por exemplo, um pinheiro qualquer – e a instância seria um objeto específico – por exemplo, um pinheiro localizado na esquina da Rua das Palmeiras com a rua Espírito Santo, no. 145, em Belo Horizonte, Minas Gerais.

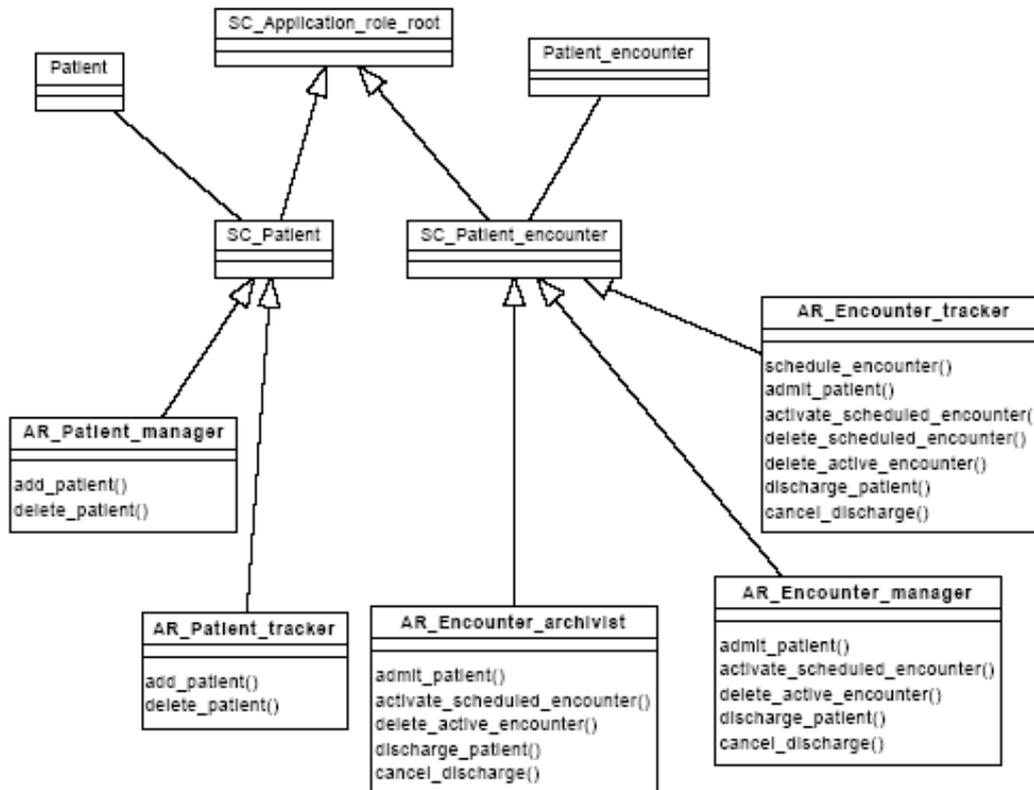


Figura 3.14: Exemplo de Diagrama de Colaboração UML.

- elaborar diagramas de colaboração a partir das responsabilidades do sistema para o envio e recebimento de informações ( ver Fig. Figura 3.14);
- elaborar um diagrama sequencial para ilustrar o conjunto de interações entre os papéis de aplicação na seqüência necessário à satisfação dos objetivos do *Storyboard*. (ver Fig. Figura 3.16);
- traduzir o glossário para um *Vocabulary Specification Schematic*.

Por último, é imperativo harmonizar os modelos de projetos com os modelos de referência do HL7, sendo aconselhável o uso extensivo das ferramentas arroladas no HDF (The Health Level Seven, 2005a) para a realização desse processo.

## A Documentação de Especificação

Para a documentação da especificação, o resultado primário é uma especificação posposta, concentrando-se na documentação do que foi planejado até o ponto. Isto inclui o seguinte:

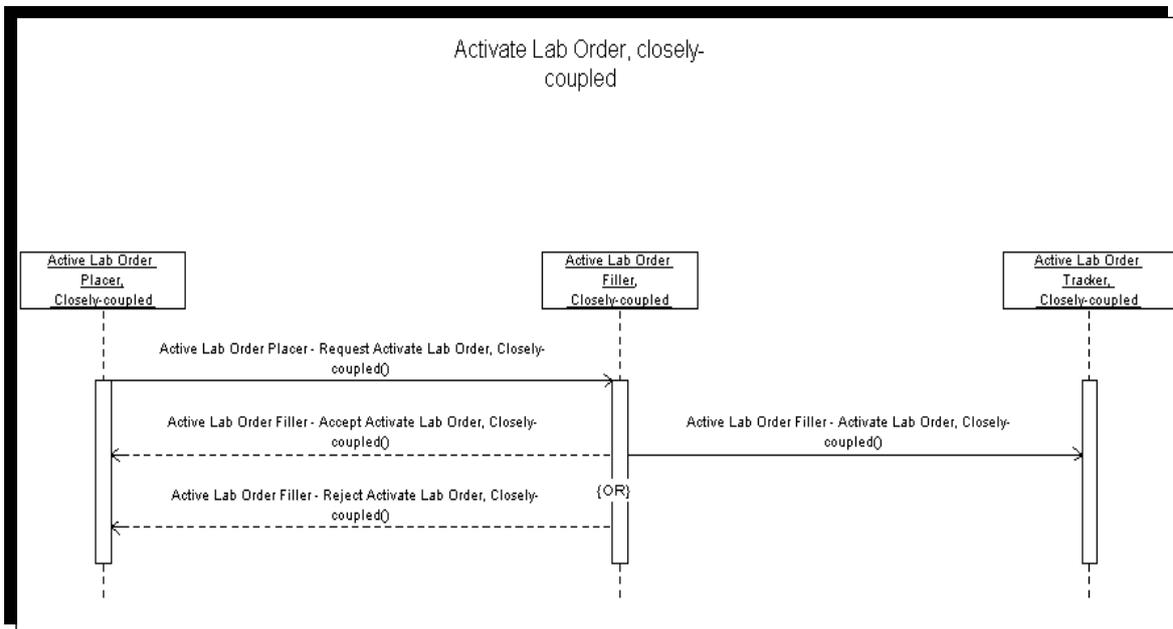


Figura 3.15: O Diagrama de Seqüência UML define uma interação, por exemplo, um evento disparador específico, o envio do papel de aplicação, ro recebimento do papel de aplicação, a esposabilidade do receptor e, opcionalmente, as interações a serem iniciadas pela aplicação receptora.

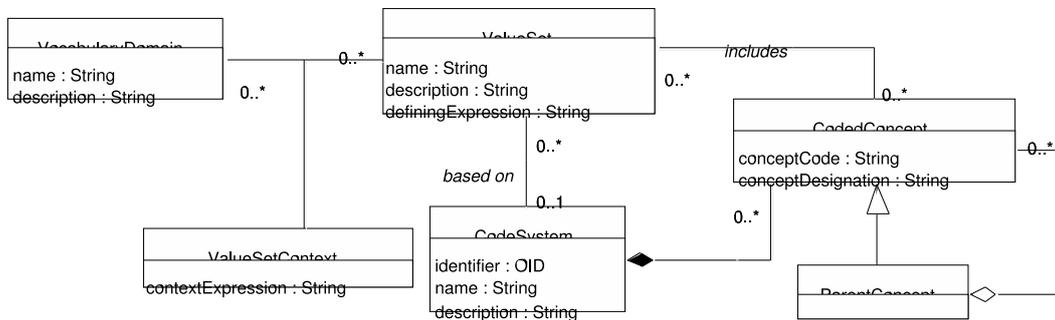


Figura 3.16: Exemplo de um *Vocabulary Specification Schematic*.

- Utilização de nomenclatura correta de acordo com a convenção de nomenclatura de artefatos definida no HL7;
- Composição de texto explicativo, embasamento do projeto e exemplos para cada artefato do projeto;
- Verificação de inexistência de incoerências nos modelos de projetos (Seção 3.3.1) e na especificação de requisitos (Seção 3.3.1);
- Criação e testagem de *links* para todos os arquivos referência;
- *Zipar* e submeter o pacote para aprovação.

### **A Aprovação da Especificação**

Durante essa fase, a especificação proposta é sujeita a uma série de passos para sua devida aprovação, os quais podem variar de acordo com o tipo de especificação, nível de aprovação e área de interesse. Os passos gerais incluem a obtenção da aprovação do comitê técnico e do conselho para a votação da proposta, a condução da votação, a avaliação desta, os ajustes na especificação e a resolução de votos negativos com um novo ciclo de votação final, sendo seu resultado primário uma especificação aprovada.

### **A Publicação da Especificação**

Após todos esses estágios, a especificação estará pronta para a publicação. Essa última fase, que redundará em uma especificação ortodôntica do HL7 publicada, abrange a obtenção da aprovação do conselho e de um subcomitê técnico para a publicação, a preparação e submissão desta para autoridades de padrões (ANSI/ISO), a publicação e a distribuição da especificação em várias formas de mídias de publicação.

### **A Definição do Perfil da Implementação**

Após a realização de todas essas etapas, a especificação está pronta para implementação e/ou novo refinamento. Essa fase inclui a realização de tarefas que assistam diretamente sua implementação por meio da restrição adicional desta para uma variedade de propósitos, dependendo do usuário. Como exemplo, pode ser citado o fato de a especificação ortodôntica poder ser adicionalmente limitada para entrar em conformidade com a lei médica local ou

com os procedimentos médicos locais. Afora isso, essa fase gera Declarações de Conformidade, utilizadas pelos patrocinadores dos sistemas tais como os fornecedores para elucidar a um usuário como seus produtos atendem às especificações do HL7.

Adicionalmente, é possível definir sub-domínios por meio de restrições. Isto significa que as especificações do HL7 podem refinar um sub-domínio pré-existente, em vez de o realizar por meio do RIM diretamente.

A Definição de Implementação deve também passar pela aprovação da HL7.

### 3.3.2 Imagens e outros dados binários

As imagens são um dos elementos mais utilizados em um prontuário médico eletrônico ortodôntico. Apesar de o HL7 determinar somente como enviar e receber dados *textuais*, ele deixa margem para qualquer outro tipo de dados binários serem trabalhados. Diante disso, os implementadores desse padrão têm a possibilidade de escolher, por meio de tipos de Extensões Multifunção para Mensagens de Internet – *Multipurpose Internet Mail Extensions* (MIME)<sup>30</sup>, o modo de codificação de seus arquivos com flexibilidade. O HL7 sugere o uso do DICOM, no qual as imagens dos pacientes são armazenadas em um prontuário do paciente em formato DICOM utilizando-se dados encapsulados (The Health Level Seven, 2006, in Foundation, Data Types, Sec. 2.4). A Organização HL7 possui um grupo de interesse específico (SIG) que se debruça especialmente sobre essa questão. O SIG de Integração Imaginológica atua diretamente e conjunto com o DICOM e seus membros também compõem o Grupo de Trabalho 20 do DICOM – WG 20: Integração de Imagens e Sistemas de Informação, cujo escopo pauta:

“Desenvolver padrões DICOM e HL7 para informações relativas a imagens para áreas em que o uso coerente dos dois consitui uma preocupação central, bem como para a coordenação, educação mútua e entendimento entre as organizações HL7 e DICOM bem como seus comitês e grupos de trabalho.”

Portanto, para a implementação de imagens, é necessário definir o domínio de imagens ortodônticas – em *Storyboards*, D-MIMs e em R-MIMs –, para só então ser definido o meio de codificação dos dados imaginológicos, o que, no caso do DICOM, cumpriria uma revisão para poder acomodar dados ortodônticos, e, ao final, selecionar a mensagem HL7 que

---

<sup>30</sup>Um conjunto de regras definidoras do modo de envio de dados binários (áudio, imagens, filmes, etc) por *email*, que podem, da mesma forma, serem utilizadas para qualquer tipo de transmissão de informações, afora as correspondências eletrônicas.

melhor representar o caso de uso, estabelecendo-se como armazenar imagens ortodônticas como dado encapsulado – *encapsulated data* (ED). Isto implicaria o uso de um formato de imagem capaz de armazenar imagens ortodônticas de maneira satisfatória. Portanto, escolher o HL7 como base para o Padrão Ortodôntico não reduziria a tarefa de definir a codificação de imagens.

### 3.3.3 Discussão

O HL7 é uma estrutura de especificação médica bem desenvolvida e amplamente utilizada cujo foco central é a transmissão de dados médicos por meio eletrônico. Nele já está incluída uma vasta gama de domínios médicos, sendo acompanhado de trabalho para sua ampliação. Embora a especificação do domínio ortodôntico completo, isto viabiliza a integração de qualquer quantidade de padrões, tornando-a praticável, assim, a acomodação de demandas até mesmo dos domínios mais complexos.

Após avaliar o HL7, concluíram-se os pontos favoráveis e desfavoráveis, descritos a seguir:

#### Aspectos Favoráveis

1. Sendo um padrão de comunicação, proporciona um meio de troca de dados de paciente fácil entre colegas de profissão, desde que estes disponham de sistemas certificados pela HL7;
2. Viabiliza a fácil transferência de dados entre sistemas, contanto que ambos implementem o HL7;
3. Permite a troca de dados do paciente entre sistemas de *software* diferentes dentro da mesma prática, isto caso os diversos *softwares* implementem o HL7;
4. Postula especificações para teste de conformidade;
5. Apresenta um esquema de distribuição que facilita a popularização de suas especificações;
6. Trata-se de um padrão bem estabelecido e amplamente difundido, já tendo sido implementada a v3, posto que esteja ainda em fase de votação;
7. É completo, por já especificar a maioria dos processos médicos (prontuários médicos, documentos médicos, financeiros e de seguro, etc);

8. Fornece documentação detalhada para a extensão, refinamento e adição de domínios ao padrão;
9. É plenamente compatível com o DICOM.
10. Conta com uma ampla comunidade de desenvolvedores e usuários;
11. Dispõe de uma comunidade ativa, com listas de *e-mail* atuante;
12. É o único padrão com certificação que propicia todos esses recursos.

#### Aspectos Desfavoráveis

**Não-definição um modo de segurança dos dados do paciente** Esta tarefa é delegada ao fornecedor, embora não constitua o problema central. Cada mensagem necessita apenas ser encapsulada em transação criptografada tal qual a HIPAA 275.

**Não-definição um meio de codificação de imagens** O HL7 especifica apenas como enviá-las. Dados não-textuais têm de ser armazenados em um formato externo – por exemplo, em DICOM – antes de ser encapsulados na mensagem do HL7. Por outro lado, por ser totalmente compatível com qualquer tipo de esquema de codificação de imagem, ele propicia um nível extra de flexibilidade. Do ponto de vista SCDI 11.6., isto implica ainda a pesquisa e refinamento de um outro padrão.

**Alta complexidade** O aprendizado do manejo pleno do HL7 exige um conhecimento satisfatório de UML, de conceitos orientados ao objeto e de ferramentas de modelagem. Todos os diversos diagramas, definições, classes, modelos e domínios podem tornar esse processo HL7 uma tarefa notavelmente árdua. No entanto, uma vez que isto foi realizado, sua rigorosa e sistemática organização torna seu gerenciamento ou modificação mais diretos.

Como mencionado anteriormente, as imagens estão além do escopo de atuação do HL7. Elas podem ser armazenadas em sua forma bruta dentro das mensagens do HL7 com o uso de campos de Dados Encapsulados – *Encapsulated Data* (ED). Todavia, isto exigiria a definição de um conjunto totalmente novo de atributos relativos a imagens dentro das mensagens

de HL7. Sugere-se, destarte, a utilização de um padrão de imagens avulso. O DICOM apresenta-se como uma possibilidade bastante elegível por sua compatibilidade com o HL7 ser monitorada pelo SIG *Integração de Imagens* da HL7 e pelo WG 20: *Integração de Imagens e Sistema de Informações* do DICOM. As imagens podem, junto com as mensagens do HL7, assim formar o domínio ortodôntico completo.

### **3.3.4 Resumo do HL7**

Para o desenvolvimento da avaliação proposta, o HL7 é uma estrutura suficiente para a definição de especificações dos dados eletrônicos da ortodontia, sendo recomendável seu uso direto, refinando-o para acomodar as demandas ortodônticas. No entanto, caso o WG 11.6 não considere esta uma possibilidade elegível, a documentação do HL7 permanece sendo uma fonte considerável para o desenvolvimento do padrão proposto.

## **3.4 O DICOM**

A especificação *Digital Imaging and Communication in Medicine* (DICOM) é o único padrão de comunicação de imagens e dados relativos ao campo médico reconhecido em âmbito internacional. Além disso, seu domínio não sobrepõe o do HL7 ou o da Especificação 1000, visto que se centra em imagens.

Esse padrão é amplamente utilizado em diversos países no meio médico e está sofrendo consideráveis mudanças com vistas à inclusão de imagens de novos equipamentos e de diferentes áreas médicas. As extensões do DICOM atualmente abrangem todos os aspectos de radiografias odontológicas tanto digitais quanto digitalizadas.

Em consonância com dados levantados por este estudo, até o momento pouca atenção tem sido dirigida para o domínio ortodôntico dentro do DICOM.

A Universidade de Brasília (Brasília, DF, Brasil), em colaboração com a *Case Western Reserve University* (Cleveland, OH, EUA) está trabalhando atualmente no desenvolvimento de uma proposta de padrão DICOM para cefalogramas (ver Capítulo 4 e (Magni et al., In Press)). Os cefalogramas precisam atender a um mínimo de exigências de resolução e de elementos informacionais, tais como magnitude de referências de calibração, para que se apropriem mais adequadamente ao campo de pesquisa e às aplicações clínicas. Esses requisitos mínimos serão incluídos no padrão DICOM, sendo embasados nas descobertas de Hans

(Hans et al., 2003). A proposta será então submetida à organização DICOM para aprovação.

### 3.4.1 A Organização

A DICOM é uma organização de padrões administrada pela *Diagnostic Imaging and Therapy Systems Division* – Divisão de Sistemas de Terapia e de Imagens de Diagnóstico da *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA) <sup>31</sup>.

O Comitê DICOM organiza os grupos de estudos, que trabalham predominantemente na extensão e correções do padrão, detendo-se em uma determinada classificação de tarefa. Uma vez compostos, esses grupos rogam ao Comitê DICOM a aprovação de itens de trabalho para os quais eles deverão executar um plano bem delimitado. Com a finalização de um item de trabalho, este é então submetido ao Grupo de Trabalho de Padrões de Base – Base Standard Working Groups (WG-06) – para que seja reavaliado. Posteriormente, os suplementos do padrão passam por um período de discussão aberta, após o qual o Comitê DICOM autoriza o suplemento para as VOTAÇÃO DE CARTA pelos membros da DICOM. AS VOTAÇÕES DE CARTA exigem a aprovação de dois terços dos os votos a favor e contra e o retorno de mais de metade dos votos enviados a membros com boa reputação em relação às Votações de carta. Dado que os grupos de trabalho realizam a maior parte do trabalho de extensão e de correção do padrão, seu status e as futuras orientações do DICOM podem ser melhor descritas pela revisão de cada grupo de trabalho (National Electrical Manufacturers Associations, 2005).

### 3.4.2 O padrão

O DICOM teve origem em 1983 com a identificação da necessidade de interoperabilidade entre aparelhos imaginológicos de vários fornecedores pela *American College of Radiology* (ACR) – e a *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA). Esse evento induziu à adoção do Padrão ACR-NEMA versão 1 em 1985, sendo seguida pela segunda versão em 1988. Já a inclusão de trabalho em rede foi conseguida pela versão 3 em 1992 (Diehl, 2003), a qual trouxe os aprimoramentos mais consideráveis com relação às versões anteriores do padrão, quais sejam:

**Trabalho em Rede** O padrão possui aplicabilidade em ambiente de rede, sendo viável so-

---

<sup>31</sup>O estatuto completo do DICOM *Standards Committee* está disponível no sítio da *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA) – [www.nema.org](http://www.nema.org).

mente em rede de ponto-a-ponto; para tal fim é necessária uma Unidade de Interface de Rede – *Network Interface Unit* (NIU). O DICOM oferece suporte a operações em um ambiente de rede com o uso do protocolo de rede padrão da indústria, o TCP/IP.

**Mídia *Off-line*** É aplicável em um ambiente de mídia *offline*. O ACR-NEMA não especifica um formato de arquivo ou opção de mídia física ou sistema de arquivos lógico. O DICOM oferece suporte a operações em ambientes de mídia *on* e *off-line*, utilizando mídias de padrão industrial tais como o CD-R, o MOD – *Media on Demand* – e os sistemas de arquivos lógicos tais como o ISO 9660 e o Sistema de Arquivos PC (FAT16).

**Novos Comandos** O padrão define como aparelhos que com ele apresentam conformidade reagem diante de comandos e trocas de dados. O padrão ACR-NEMA foi direcionado para a transferência de dados; contudo, o DICOM define, por meio do conceito de Serviço de Classes, a semântica de comandos e de dados associados.

**Conformidade** Define níveis de conformidade. O ACR-NEMA descreve explicitamente como o implementador deve estruturar uma declaração de conformidade para selecionar opções específicas.

**Documento Multi-partes** O padrão é organizado como um documento de múltiplas partes, o que facilita sua evolução em um meio de rápida evolução na medida em que simplifica o processo de adição de novas funções. As diretivas da ISO que prescrevem como estruturar documentos multi-partes têm sido seguidas para elaboração do padrão DICOM.

**Novos Objetos** Apresenta *Objetos de Informação* explicitamente não somente para imagens mas também para formas de onda, relatórios, impressões, etc.

**Identificação Aprimorada** Ele especifica uma técnica para a identificação única de qualquer *Objeto de Informação*, o que facilita definições precisas de relações entre Objetos de Informação à medida em que são trabalhados em rede.

O DICOM facilita a interoperabilidade de aparelhos que apresentam conformidade com ele, reportando particularmente à semântica de Comandos e dados associados. Para que a interação entre os aparelhos ocorra, é necessária a existência de padrões acerca de como se espera que estes reajam diante de comandos e de dados associados, e não somente sobre as informações a serem movidas entre os aparelhos. O DICOM também lida com a semântica dos serviços de arquivos, formatos de arquivos e diretórios e informações necessários para a comunicação *off-line*. Adicionalmente, o padrão define explicitamente os requisitos de conformidade para suas implementações. Mais especificamente, uma declaração de conformidade deve elucidar as informações suficientes para a determinação de funções para as

quais a interoperabilidade com outro aparelho supostamente em conformidade pode ser esperada. Um outro objetivo do DICOM é a facilitação da operação em um ambiente de rede bem como a utilização de padrões internacionais existentes quando aplicáveis e a observância da conformidade às diretrizes de documentação estipuladas para padrões internacionais. Concluindo, ele é estruturado para acomodar a introdução de novos serviços, facilitando, assim o suporte para futuras aplicações médicas imaginológicas.

Apesar de o Padrão DICOM ser dotado de potencial para facilitar as implementações de soluções de *Picture Archive Communications System* (PACS), seu uso somente não garante que todos os objetivos do PACS serão atingidas. Esse padrão facilita a interoperabilidade de sistemas que alegam conformidade em um ambiente em que diversos fornecedores disputam entre si, mas não garante a interoperabilidade por si só. Ele foi desenvolvido dando-se ênfase nas imagens de diagnóstico médico geradas partir da radiologia, da cardiologia e de áreas afins; contudo, é também aplicável a uma vasta gama de informações relacionadas com informações imaginológicas ou não imaginológicas trocadas tanto no meio médico quanto em qualquer outro meio. (National Electrical Manufacturers Associations, 2004, PS 3.1).

### **3.4.3 Construindo blocos do DICOM**

O modelo geral de comunicação do DICOM, que se estende tanto à comunicação em rede (on-line) quando à de troca de armazenamento de mídia, é discutido em Figura 3.17 na próxima página. Suas aplicações podem revesar entre ou um dos serviços da *Camada Superior*, que propicia independência de suporte de comunicação de rede de trabalho física e também de protocolos tais como o TCP/IP) ou entre o serviço de *Arquivo DICOM Básico*, o qual viabiliza o acesso à mídia de armazenagem independentemente de formatos de armazenagem de mídia específicos e de estruturas de arquivos.

O padrão DICOM é composto pelas Especificações de Classe de Serviço, pelas Classes de Pares Serviço-Objeto, pelos Grupos de Serviço, pelas Definições de Objeto de Imagem, pelos Elementos de Serviço de Mensagem do DICOM e/ou pelos Serviços de Armazenamento de Mídia e Atributos. A relação entre esses elementos pode ser encontrada na representação da estrutura principal do DICOM da Figura 3.18 na página 60. Nas subseções a seguir, será apresentada a descrição desses blocos de construção principais do DICOM.

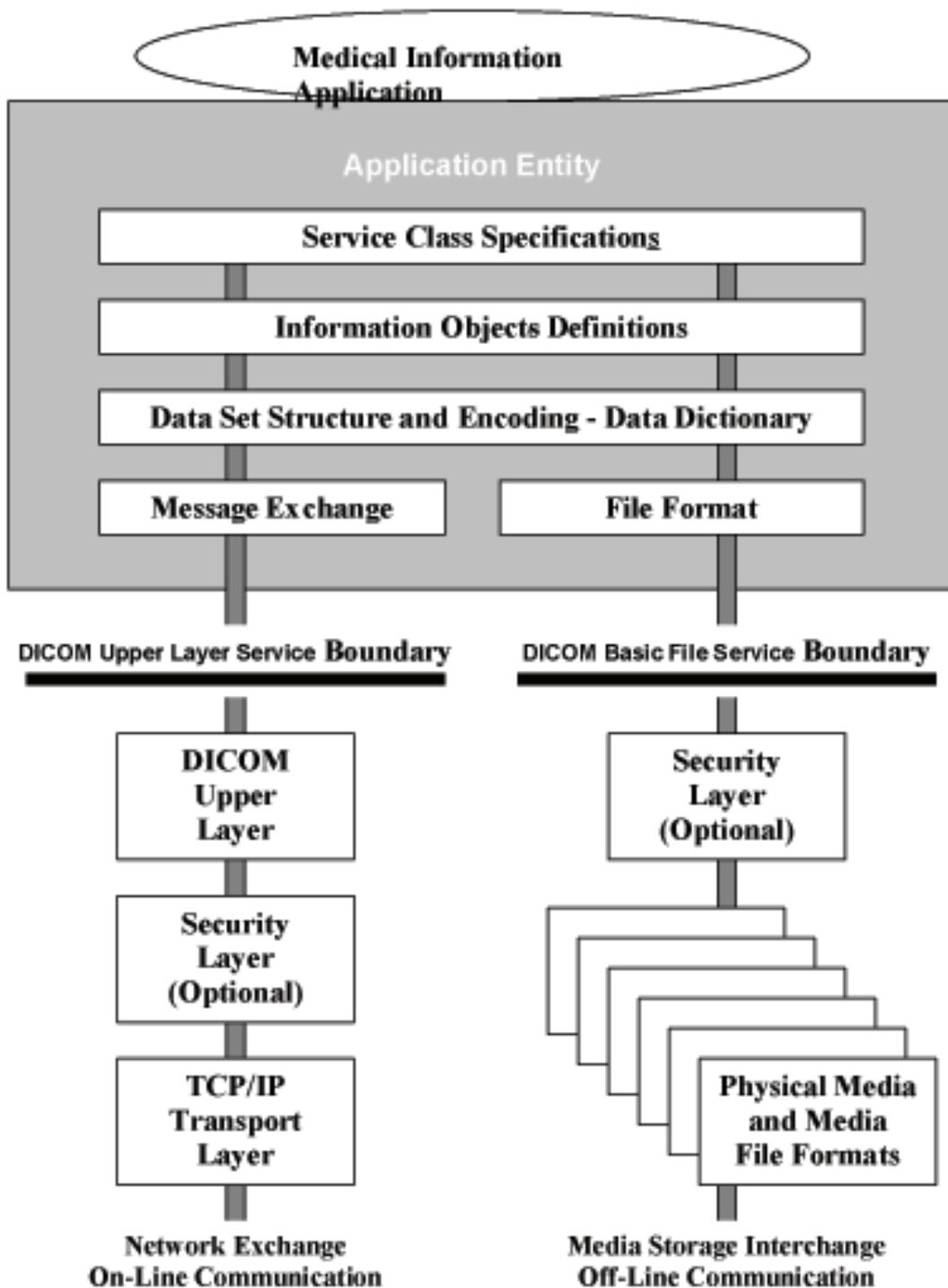


Figura 3.17: Modelo de comunicação geral do DICOM.

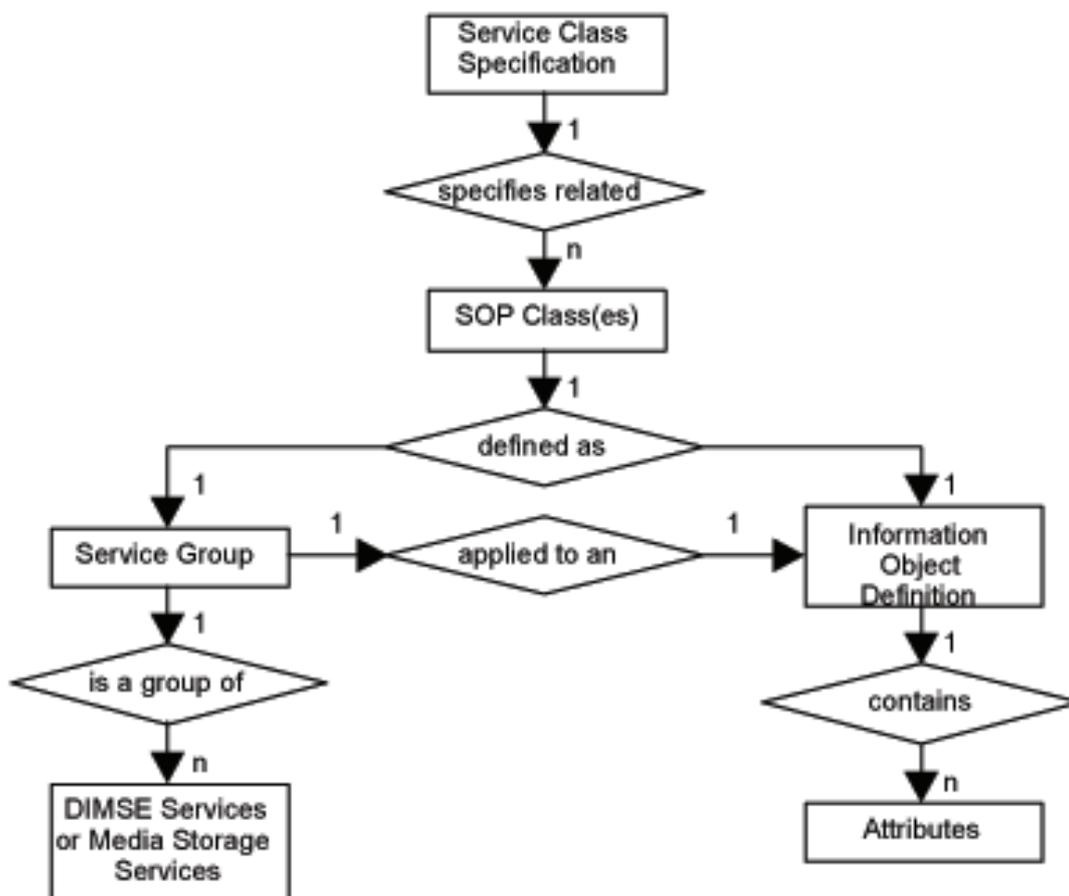


Figura 3.18: Estrutura Principal do DICOM.

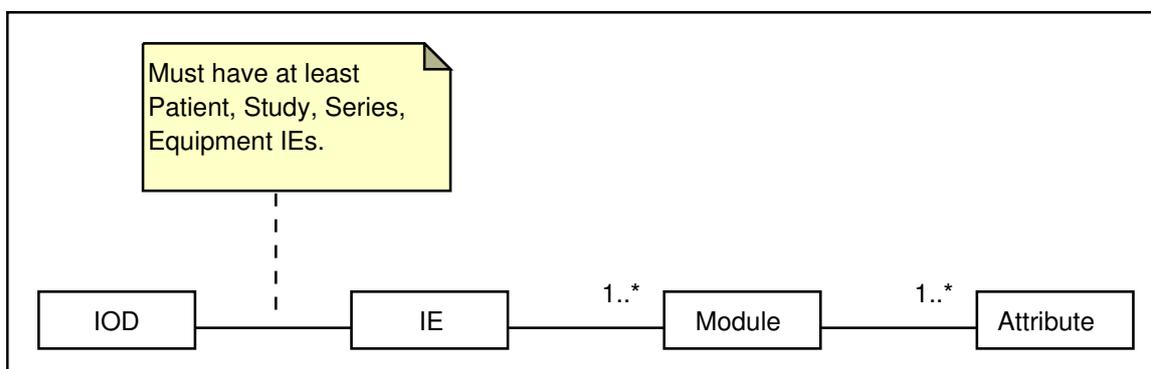


Figura 3.19: Estrutura de Definição de Objeto de Informação !!!!!. (IOD). A Entidade de Informação está abreviada como IE.

## Definições de Objeto de Imagem (IODs)

A Definição de Objeto de Imagem – *Information Object Definition* (IOD) – é um modelo de dados abstratos orientado ao objeto empregado na especificação de informações de objetos do mundo real. Ela viabiliza a comunicação das Entidades de Aplicação – *Application Entities* (AEs) – com uma visão comum das informações a serem trocada.

A IOD não representa uma instância específica de um objeto do mundo real, mas sim um classe de objetos do mundo real que compartilham as mesmas propriedades. Quando serve à representação genérica de uma única classe de Objetos do Mundo Real ela é denominada Objeto de Informação Normalizado. Já aquela que inclui informações sobre Objetos do Mundo Real relacionados é chamada de Objeto de Informação Composto (National Electrical Manufacturers Associations, 2006, PS 3.3 - Page 49).

Uma IOD representa o nível mais alto do objeto no modelo do DICOM. Analisando a Figura 3.19 na página precedente, é perceptível a composição das IODs a partir de IEs, as quais contém módulos, e estes atributos. Cada IOD deve definir pelo menos as entidades de informação do Paciente, do Estudo, da Série e do Aparelho.

## Módulos e Macros

Os Módulos tratam-se de um conjunto de atributos dentro de uma entidade de informação ou de IOD normalizada os quais estão ligados logicamente entre si. Eles definem um modo de agrupamento de atributos em tópicos e são indicados por entidade de informação nas tabelas de IODs.

## Especificação de Classe de Serviço

A definição oficial de uma Classe de Serviço proposta em (National Electrical Manufacturers Associations, 2006, PS 3.1, p.8), postula:

“Uma descrição estruturada de um serviço apoiado por Aplicações DICOM cooperativas utilizando-se Comandos DICOM específicos que agem em uma classe específica do Objeto de Informação.”

As classes de serviço representam uma das novas funções da v3, descritas na na página 56:

elas fornecem o vocabulário necessário para as diferentes AEs trocarem IODs entre si. Esta é uma função essencial na medida em que padroniza a comunicação entre aparelhos de produção de imagens médicos. O DICOM define diversas Classes de Serviço tais como a Classe de Serviço de Verificação (National Electrical Manufacturers Associations, 2006, PS 3.4, Annex A), aplicada na verificação da comunicação entre duas AEs ou da Classe de Serviço de Armazenamento, (National Electrical Manufacturers Associations, 2006, PS 3.4, Annex B), utilizada para o envio de IODs – isto é, imagens, formas de onda, relatórios, etc) entre AEs.

#### Classes de Par Serviço-Objeto (PSO)

A Classe de Par Serviço-Objeto – Service-Object Pair (SOP) – é definida pela união de uma IOD e de um Grupo de Serviço DIMSE. Suas definições contêm as regras e a semântica que podem restringir uso de serviços no Grupo de Serviços DIMSE ou os Atributos da IOD.

Essas classes são especificadas junto às Especificações de Classe de Serviço, na parte 4 da documentação do DICOM. Pode haver mais de uma classe SOP para cada Especificação de Classe de Serviço. Por exemplo, a Verificação de Serviço de Classe define apenas uma classe SOP (chamada *Classe SOP de Verificação* com UID "1.2.840.10008.1.1"), a qual consiste do serviço C-ECHO DIMSE-C (National Electrical Manufacturers Associations, 2006, PS 3.7, p. 31) – aplicado para se verificar a comunicação de ponta a ponta, semelhante ao serviço *ping* de Protocolo de Mensagem de Controle da Internet. Por outro lado, a Classe de Serviço de Armazenamento especifica diversas classes SOP, aquelas consideradas padrão para cada tipo de imagem definido ou qualquer IOD armazenável. A tabela de classes SOP para a classe de serviço de armazenamento ocupa quase três páginas ( ver (National Electrical Manufacturers Associations, 2006, PS 3.4, p. 22)).

A seleção de Classes SOP é utilizada pelas Entidades de Alicação para o estabelecimento de um conjunto de capacidades consensual para permitir sua interação. Na classe SOP, definida no Modelo de Informação DICOM, é equivalente na terminologia ISO/OSI à Classe de Objeto Gerenciado. Os profissionais familiarizados com a terminologia orientada ao objeto reconhecerão as operações da Classe SOP, bem como suas notificações como parte comum dos métodos de uma classe de objeto.

## Grupo de Serviço

Nada mais é do que um agrupamento de operações e notificações de DIMSE aplicáveis a um IOD.

## Elemento de Serviço de Mensagem DICOM (DIMSE)

O DIMSE compreende um elemento de serviço de aplicação – tanto o serviço quanto o protocolo – utilizado pelas AEs parceiras do DICO, visando a troca de imagens médicas e de informações relacionadas. O DIMSE dispõe seus serviços fiando-se no protocolo DIMSE, o qual define as regras de codificação necessárias à construção de imagens, sendo, portanto, limitada a comunicações em rede – isto é, não utilizada para troca de dados por meio de mídias de armazenamento.

## Atributos

Trata-se de uma propriedade dos Objetos de Informação, tendo um nome e valor independentes de qualquer esquema de codificação.

Os atributos de uma IOD descrevem propriedades de um objeto do mundo real. Atributos relacionados são agrupados em módulos que representam o nível mais alto de semântica documentada nas especificações de módulos – encontradas em (National Electrical Manufacturers Associations, 2006, PS 3.3). Eles são codificados como *elementos de dados* com uso de regras, da *Representação de Valor* e do conceito de *Multiplicidade de Valor*, especificados no (National Electrical Manufacturers Associations, 2006, PS 3.5). Para os elementos de dados específicos, a Representação de Valor e Multiplicidade de Valor de elementos de dados são especificadas no dicionário contido em (National Electrical Manufacturers Associations, 2006, PS 3.6).

### **3.4.4 O Refinamento do DICOM**

O Refinamento e/ou o acréscimo de partes ao padrão DICOM não são descritos tão detalhadamente quanto àqueles encontrados no HL7. Para que se passe da fase de votação, há um processo a ser seguido, sendo necessária a construção de uma proposta e depois sua apresen-

tação ao grupo de trabalho apropriado durante uma das reuniões de grupos de trabalho do DICOM. Essa proposta deve conter explicação detalhada dos quadros de casos de uso que o padrão não é capaz de representar em sua atual fase.

### 3.4.5 Comparação do DICOM com outros padrões

É inconcebível a comparação do DICOM com outros padrões tendo em boa conta o fato de ele não possuir concorrentes. A maioria dos aparelhos médicos lançam mão ou do DICOM, ou de seu formato proprietário, o qual não é de domínio público e não permite interoperabilidade.

Todavia, ao longo do desenvolvimento do DICOM, muito esforço foi envidado para o estabelecimento de relações de trabalho com outras iniciativas de elaboração de padrões em todo o mundo. Cabe salientar que a versão inicial desse padrão alavancou um trabalho anterior da ASTM. Depois, em 1993, o protocolo de Internet TCP/IP foi adotado. Já nos anos noventa, uma cooperação sólida estabelecida entre o Comitê Europeu de Padronização – *European Committee for Standardization* (CEN), resultou em numerosos suplementos desenvolvidos em conjunto. O CEN criou e aprovou uma referência normativa para o padrão DICOM na EN 12052, uma Norma Européia oficial. Paralelamente, a convergência de um formato de mídia japonês para troca (IS&C) com o DICOM exigiu muito trabalho conjunto em que a JIRA, Associação Industrial Japonesa para Sistemas Radiológicos desempenhou um papel preponderante. Nos EUA, o DICOM teve participação nos primeiros esforços de coordenação para a elaboração de padrões médicos com o ANSI-HISBB – *Health Information and Surveillance Systems Board* –, da qual o DICOM adotou uma estrutura de nome de pacientes harmonizada e iniciou gradativamente a definição de *links* com o HL7. Essa cooperação adentrou recentemente, em 1999, uma fase bastante ativa com a criação do grupo de trabalho DICOM-HL7. A DICOM estabeleceu uma ligação – *liaison* – do Tipo A com o Comitê Técnico ISO 215 durante sua criação, em 1999. O CT ISO 215 decidiu não criar um grupo de trabalho de imagens, mas contar com o DICOM para padrões bio-médicos. Prevê-se a criação e aprovação de padrão pela ISO que servirá de referência para o DICOM, tal como o CEN fez. Em 2003, o Comitê de Padrões da DICOM tornou-se um membro do Grupo de Coordenação de Padronização *E-health*, endossado pela *International Telecommunication Unit* (ITU) com o desígnio de promover uma coordenação mais forte entre atores chave na área de Padronização *E-Health*. (National Electrical Manufacturers Associations, 2005)

### **3.5 O DICOM E OS DADOS ORTODÔNTICOS**

Devido à essência natural do DICOM, somente as imagens podem ser representadas em seu formato entre os diversos tipos de dados. Os ortodontistas fazem uso de imagens de luz visível – fotografias do tecido mole e fotografias intraorais –, imagens de raio-x – cefalogramas, imagens panorâmicas, volumes de tomografia computadorizada em feixe cônico (TCFT) – e películas – traçados de cefalogramas. A maior parte desses dados pode ser totalmente representada por meio da atual versão do DICOM. Todavia, cefalogramas, volumes de TCFC e possivelmente, até mesmo traçados, requerem mais cuidado.

Dado que os cefalogramas estão entre as informações consideradas mais importantes para que se produza o prontuário ortodôntico do paciente, um capítulo inteiro dessa dissertação será dedicado à representação destes no DICOM. Ver capítulo 4 na página 81.

Os volumes de TCFC estão sendo tratados com maior atenção dentro dos seguintes grupos de trabalho do DICOM: o 22 – Odontologia, o 02 – Radiografia de Projeção e Angiografia, e o 15 – Mamografia e *Computer Aided Detection* (CAD). Esses grupos estão colaborando para o desenvolvimento de um suplemento *multi-frame DX*, o qual permitirá que varreduras tridimensionais sejam armazenadas como volumes tridimensionais, utilizando-se voxels, e não mais como uma coleção de partes de ondas bidimensionais. Isto tornará mais simples o processo do lado do cliente/viusualizador, já que não será necessária qualquer reconstrução – o digitalizador coletará dados tridimensionais e os armazenará diretamente em um volume, eliminando o passo desnecessário de se computar as partes. Esta última tarefa é muito mais simples e pode ser realizada somente quando necessário.

Imagens leves visíveis tais como as fotografias intraorais e as do tecido mole podem ser representadas servindo-se da IOD Fotográfica de Luz Visível existente (National Electrical Manufacturers Associations, 2004, PS3.3-A.32.4). Cabe ressaltar que os módulos definidos atuais satisfazem à correta representação das fotografias ortodônticas.

### **3.6 O Comitê de Padronização da Informática Odontológica (SCDI) da ADA**

A Associação Dental Americana (ADA), a maior e mais influente da área no mundo, fundou organizações de desenvolvimento de padrões certificadas pelo Instituto de Padronização Americano (ANSI). A ADA patrocina e secretaria os programas voltados para a concepção de padrões em todas as áreas da odontologia, incluindo-se todos os tipos de materiais e produtos dentais – no caso do Comitê de Padrões para Produtos Dentais (SCDP) da ADA – e

a informática odontológica – com o Comitê de Padronização da Informática Odontológica (SCDI) da ADA. Os comitês da ADA conciliam os interesses entre os dentistas, o meio acadêmico e a indústria, desenvolvendo padrões em consonância com os rigorosos protocolos que asseguram o consenso entre todas as partes interessadas (Harrell et al., 2005).

### **3.6.1 A Organização: o SCDI**

O SCDI da ADA está atualmente lançando um projeto de extensão da Especificação 1000, além de seus outros padrões de informática odontológicos, para abrigar as demandas do campo ortodôntico. Apesar de a maior parte dos padrões odontológicos existentes serem aplicados na ortodontia, vários elementos específicos a essa área tais como o diagnóstico, o planejamento do tratamento, o monitoramento do tratamento ao longo do tempo, a análise de resultados, os aparelhos, a anatomia radial, etc.) bem como dados imaginológicos ( varreduras faciais, dos dentes e de modelo e outros dados tridimensionais, raios-x, forografias, dados cefalométricos, TCFC, e outras tecnologias ainda por serem desenvolvidas, etc.) podem não estar incluídos atualmente. O objetivo dessa iniciativa é estender e/ou modificar a arquitetura de prontuário médico eletrônico existente de modo a incluir a estrutura, formato e relações desses novos elementos informacionais, assim como deve também contemplar os protocolos para troca destes entre os entes envolvidos.

A ADA sanciona o uso do DICOM como o meio padrão para a troca de todo tipo de imagem odontológica digital. Contudo, o padrão DICOM transcende muito além as necessidades da área odontológica, tornando, assim, necessária a seleção das partes mais relevantes com maior aplicabilidade à odontologia (American Dental Association, 2004). O SCDI formou um grupo de trabalho denominado *Aplicação do Padrão DICOM à Odontologia* – também conhecido como WG 12.1 –, cujos membros são parte de um grupo de trabalho equivalente dentro do Comitê de Padrões da DICOM. Essa sólida colaboração garante a satisfação do DICOM às demandas dos profissionais da odontologia ao elaborar documentos tais como o Relatório Técnico No. 1023: Requisitos de Implementação para o DICOM na Odontologia (American Dental Association, 2004).

### **3.6.2 O padrão: a Especificação 1000**

A especificação 1000 da ADA – *Arquitetura de Dados Clínicos Padrão para a Estrutura e Conteúdo de um Prontuário Médico Eletrônico* – é o único padrão estadunidense a definir as estruturas fundamentais dos dados utilizados para a elaboração de PEPs, detalhando a

estrutura de um prontuário médico genérico. Isto implica a definição de regras para a programação de dados de base de maneira a ser utilizados como um gabinete de arquivos de prontuários médicos virtuais, o que o distingue em grande proporção do HL7 e do DICOM na medida em que postula principalmente como os programas devem enviar as informações relacionadas à saúde entre diferentes sistemas de computação. Ao ser implementada, a Especificação 1000 garantia que dois programas acessassem os mesmo grupo de dados de prontuários médicos ao mesmo tempo; o que não implicava, porém, a definição do meio para troca de dados entre mídias ou redes diferentes.

Esta, sendo único padrão da ADA a lidar com informática, constituiu-se primeiro padrão a ser derivado de um modelo de processo clínico votado. Logo, todos os processos clínicos foram planejados, todos os membros obrigaram-se a aprovar oficialmente como modelo e só então o padrão de informática foi definido. O modelo de processo clínico torna-se, portanto uma parte normativa da documentação do padrão. A Especificação 1000 vem acompanhada de um manual de implementação (Diehl, 2003); porém, até onde fontes comprovam, ela tem estado limitada à observação e prototipação, pelos fornecedores, e à experimentação, no meio acadêmico. Ademais, ela não contém qualquer definição odontológica específica. Informações mais detalhadas sobre a história da Especificação 100 pode ser encontrada no Apêndice A.

### **3.6.3 Comparação do padrão do SCDI com outros padrões**

O SCDI da ADA é exclusivo na sua área: nenhuma outra organização está desenvolvendo um padrão informático de odontologia em seu nível. A pesquisa sobre o assunto sempre leva ou ao SCDI, ou ao ANSI, cujos trabalhos derivam da ADA em, já que esta é uma organização de desenvolvimento de padrões certificada pelo ANSI.

Por outro lado, diversos padrões odontológicos têm sido desenvolvidos para materiais odontológicos (Viohl, 1981), para o cuidado odontológico (Boston Public Health Commission, 1998), para a educação odontológica, para os serviços odontológicos – *Commonwealth Bureau of Dental Standards*, Austrália – e muitos outros. Embora a informática seja uma aplicação relativamente recente no campo odontológico – a maior parte de seu uso foi desenvolvida nos últimos dez ou quinze anos – a área não têm recebido a atenção devida dos comitês de desenvolvimento de padrões.

### 3.7 O SCDI E OS DADOS ORTODÔNTICOS

Até pouco tempo atrás, o SCDI da ADA tinha realizado pouco ou sequer qualquer trabalho no campo da ortodontia. Em 2004, a *Align Technology, Inc* em parceria com a *3M Unitek*, *OraMetrix* e a *PracticeWorks* comporam uma comunidade de partes interessadas e iniciaram um novo grupo de trabalho dentro do comitê no. 11 – *Prontuários Odontológicos Eletrônicos* – denominado 11.6 - Integração dos Padrões Ortodônticos. Desde então, esse grupo tem trabalhado ativamente no projeto, enfrentando mormente os percalços comuns ao início de um projeto inovador. Os primeiros resultados estão previstos para a segunda metade de 2006. Vale resaltar que o autor desta dissertação tem trabalhado no WG 11.6 desde 2004, tendo se tornado membro em 2005.

### 3.8 A PROPOSTA

As próximas seções dedicam-se à apresentação, a princípio, geral e, só então, específica dos processos envolvidos no desenvolvimento de um padrão de informática. Esta seção apresenta a solução proposta para os problemas descritos na Introdução deste trabalho.

Quando se debruça sobre um problema, na maioria dos casos, estes apresentam mais de uma solução. Logo, cumpre avaliar o maior número de soluções possível para decidir pela mais razoável de todas. Sendo assim, nas próximas linhas apresentar-se-á uma lista de soluções elegíveis para a resolução do problema descrito na Seção 1 bem como a fundamentação lógica para se descartar ou aceitar cada uma delas.

**Solução 1:** Comprar as empresas de *softwares* ortodônticos e implementar um modelo que viabilize a interoperabilidade delas.

**Solução 2:** Desenvolver um centro de dados central livre de tarifas, passível de ser utilizado para a realização de translações entre formatos diferentes. Os acordos entre esse serviço central e fornecedores de *softwares* individuais poderiam então ser estabelecidos de modo a garantir a correta comunicação entre os produtos e os centros de dados.

**Solução 3:** Desenvolver pequenas aplicações executáveis no computador onde a base de dados de um *software* está localizada. Essas aplicações podem conter *plug-ins* que saibam operar nas bases de dados dos fornecedores de *software* mais conhecidos. Assim, caso duas clínicas desejem trocar dados entre si, será necessário apenas instalar um cliente em ambas. Esses clientes saberiam comunicar entre si, permitindo, assim, a transferência de informações entre dois *softwares*.

**Solução 4:** Desenvolver um produto ortodôntico de fonte aberta livre, o que se constitui em um modo mais avançado e eficiente do que qualquer recurso disponível no mercado atualmente. Cada clínica ortodôntica entusiasma-se com sua funcionalidade em um tal grau que desejarão abortar o uso dos produtos correntes e substituí-los por outros. Assim que todos tiverem uma cópia dessa ferramenta exímia, a interoperabilidade já não mais representará um problema, dado que todos estarão trabalhando com o mesmo *software*.

**Solução 5:** Iniciar uma campanha para pressionar a tomada de alguma medida na área, o que poderia ser tanto no âmbito político – com a legislação de autoridades sobre a necessidade de produção *softwares* interoperáveis pelo fornecedores, ou, em âmbito comercial, com o boicote a produtos não-interoperáveis pelos usuários.

**Solução 6:** Iniciar um projeto para documentar minuciosamente o processo de transferência de informações entre sistemas com os *softwares* comerciais atualmente disponíveis. Com essas instruções adicionais sobre o que se fazer para, ao menos, poder de alguma forma transferir informações sobre um paciente entre sistemas, o usuário da ponta (1) dispensará menos tempo na tentativa de diferentes possibilidades, (2) saberá qual *software* adquirir para conseguir o máximo de interoperabilidade e (3) aprenderá mais sobre seu *software* ortodôntico.

**Solução 7:** Iniciar o desenvolvimento de um padrão para dados eletrônicos ortodônticos, e então implementá-lo – criando-se um software de fonte aberta, com as Soluções 3 ou 2 descritas acima ou talvez por um fornecedor – para comprovar sua funcionalidade.

A primeira solução promoveria provavelmente a solução definitiva do problema, porém, entre os pontos negativos apontáveis são o início do projeto bem como o custo de sua manutenção. Adicionalmente, vários países não subscreveriam ao monopólio ocasionado pela conglomeração das diversas empresas de *software*. Além do mais, embora essa solução pareça muito plausível, ela aparenta megalomaniaca, furtando-se de alcunhá-la absurda.

Já as soluções 2 e 3 resolvem o problema de maneira mais requintada. Para o desenvolvimento das aplicações, contudo, ainda seria necessário decidir sobre como traduzir todos os dados ortodônticos existentes até um recipiente de nível mais elevado. Isto poderia mostrar-se mais eficiente uma vez que o padrão foi desenvolvido (ver Solução 7).

Com esse respeito, a solução 4 é semelhante pois, caso se tencione desenvolver o *software* ortodôntico definitivo, cumpre iniciá-lo com um planejamento cuidadoso dos dados ortodônticos mediante o desenvolvimento de um padrão, garantido-se, assim, seu sucesso. Dessa

forma, haveria necessariamente de se iniciar a partir da solução 7. Ademais, um outro obstáculo para essa solução é a pretensão de julgar ser possível o desenvolvimento e manutenção de *software* que tange a perfeição para todas as aplicações e práticas ortodônticas. Como foi descrito no Capítulo 2, o uso de computação na ortodontia abrange um conjunto amplo de aplicações, todas consideravelmente diferentes entre si, o que torna a solução 4 praticamente inviável.

A solução 5, a despeito de boas intenções, não garante o sucesso do projeto. Embora tenha sido provado que, com a força da persistência, o sucesso pode vir a ser alcançado, no caso dessa solução, o dispêndio de tempo seria tão grande que ela perderia sua importância.

A Solução 6 traz uma abordagem ainda diferente para o problema; em vez de tentar mudar *softwares* disponíveis comercialmente, questiona-se o porquê de não se aceitar o fato de a interoperabilidade ser fraca e tentar educar os usuários sobre como tirar melhor proveito disso. Esse projeto poderia ser proposto às fundações de ortodontia como na *American Association of Orthodontics Foundation* (AAOF) e provavelmente seria lidado com interesse e apoio. Todavia, assim como na Solução 5, ela não promete aprimoramentos na interoperabilidade dos dados eletrônicos ortodônticos com o tempo; a solução prometida é temporária e incompleta.

A solução 7 estabelece as bases para o desenvolvimento posterior e abre os caminhos para uma gama variada de aplicações. Uma vez que o padrão seja elaborado, o desenvolvimento de soluções mais eficientes e estáveis para tratar de problemas mais específicos é considerada possível. Por outro lado, essa solução não incide *diretamente* no problema original, pois um padrão para prontuários eletrônicos ortodôntico não garante por si a interoperabilidade entre aplicações ortodônticas existentes. Uma vez finalizado, o padrão necessitará ainda de ser implementado por fornecedores de software/ou por desenvolvedores de *software* sem fins lucrativos.

### **3.8.1 O Padrão de Prontuário Eletrônico Ortodôntico do Paciente**

Levando em consideração a análise anterior, decidiu-se optar pela Solução 7 para o desenvolvimento de um padrão de orto-PEP em parceria com organizações de padrões já existentes bem-sucedidas. Diante dessa escolha, nesta seção propõe-se a integração harmoniosa de três padrões para um padrão de nível mais alto para o prontuário eletrônico ortodôntico do paciente.

Em uma parte anterior neste capítulo, foram abordados três padrões informáticos médicos,

quais sejam, o HL7, o DICOM, e a Especificação 1000. A questão preponderante é se estes são candidatos elegíveis para a elaboração de um orto-PEP. Sendo assim, as próximas seções lidarão com a análise de cada padrão bem como com a descrição de como eles podem ser de utilidade ímpar neste projeto.

### 3.8.2 HL7

A utilização do HL7 na composição de um padrão de orto-PEP geraria uma série de vantagens. A primeira delas é a de que a comunidade HL7 é muito ampla e inclui membros internacionais, os quais poderiam oportunizar a obtenção de comentários de qualidade para a apresentação de um produto aprimorado. Em segundo lugar, o HL7 faz uso de tecnologias modernas tais como a combinação de abordagens clínicas – começando pelos *Storyboards* – com modelagem orientada ao objeto, o que permite um melhor planejamento e maior flexibilidade do produto final. Fora isso, o uso bem difundido do HL7 no meio hospitalar e clínico poderia facilitar o apelo do produto às empresas de *software*, o que se revela um ponto de importância indiscutível considerando-se que uma implementação ampla equivale a um padrão bem sucedido e, portanto, uma melhor integração entre a ortodontia e clínicas e hospitais existentes. Por outro lado, o HL7 não fornece qualquer especificação para imagens. Porém, sua integração com o DICOM é satisfatória.

Muito embora nenhum comitê técnico odontológico oficial exista nos EUA, a Associação Odontológica Canadense – *Canadian Dental Association* – e o HL7-Canadá já completaram alguns trabalhos com seguros odontológicos e têm expressado interesse em envidar esforços junto à ADA para compor um comitê técnico odontológico do HL7-EUA.

### 3.8.3 O DICOM

O DICOM é um padrão de imagens médicas muito bem desenvolvido. Ele oferece especificações para imagens médicas de quase todas as especialidades, sendo que não seriam necessárias muitas mudanças e acréscimos para viabilizar um suporte ortodôntico completo dentro de seu escopo.

Assim como o HL7, o DICOM conta com uma ampla comunidade de implementadores e de desenvolvedores, os quais colaboram de perto com o SCDI da ADA. Além disso, a integração entre o DICOM e o HL7 é garantida por um grupo que trabalha em conjunto.

Em suma, o DICOM apresenta muitos pontos favoráveis para o domínio de imagens de um prontuário eletrônico ortodôntico, sendo recomendável a utilização do máximo possível de sua estrutura.

#### **3.8.4 O SCDI e a Especificação 1000**

A ADA, associação odontológica mais influente do mundo e que conta com um comitê de padrões bem estabelecido, pode oferecer uma sólida infraestrutura para abrigar o desenvolvimento de um padrão para orto-PEP. O SCDI conta com membros de diversas áreas de atuação, que contribuem com seu conhecimento e recursos para o projeto; enquanto os ortodontistas fornecem o suporte para as demandas mais técnicas, colaborando com o conhecimento especializado do qual detêm, representantes de indústria e do governo podem apresentar recursos para reuniões, implementações e testagens. Afora disso, o comitê é especializado no desenvolvimento e na distribuição de padrões, além de ser uma instituição certificada pelo ANSI.

Apesar de ser generalista por natureza, não determinando qualquer parâmetro para o domínio da odontologia, a Especificação 1000 é o primeiro e único padrão de informática a ser desenvolvido a partir de modelo clínico bem definido e votado, constituindo um exemplo que deve ser absolutamente aproveitado para a elaboração do orto-PEP.

#### **3.8.5 A integração entre o HL7, o DICOM e o SCDI da ADA**

O refinamento do HL7 mediante o acréscimo de um domínio ortodôntico por si só não pode resolver o problema de definição de um padrão para dados ortodônticos tendo em vista que estes incluem imagens, elementos não manejados pelo HL7. Todavia, o HL7 integra-se muito bem como o DICOM. Para o aproveitamento do HL7, far-se-ia necessário, portanto, o refinamento também do padrão de imagens DICOM para que este seja capaz de acomodar imagens ortodônticas. O refinamento desses dois padrões por si só também seria insuficiente para o orto-PEP. Para a integração entre estes, prescinde-se da coordenação do SCDI da ADA, cuja responsabilidade recai sobre a definição do domínio ortodôntico e no provimento de uma comunidade com documentação especificando um modo de implementação dos dois padrões de nível inferior.

Os conceitos trabalhados neste e no próximo capítulos ainda não foram apresentados às organizações citadas – a ADA, a HL7 e a DICOM –, devendo-se, portanto, eximí-las de qualquer

responsabilidade com relação ao conteúdo desses capítulos. Apesar da grande probabilidade de pelo menos algumas partes dessa proposta virem a ser implementadas, a ADA, a HL7 e a DICOM não manifestaram acordo para se completar ou executar as idéias mencionadas a seguir, nem em parte, nem no todo.

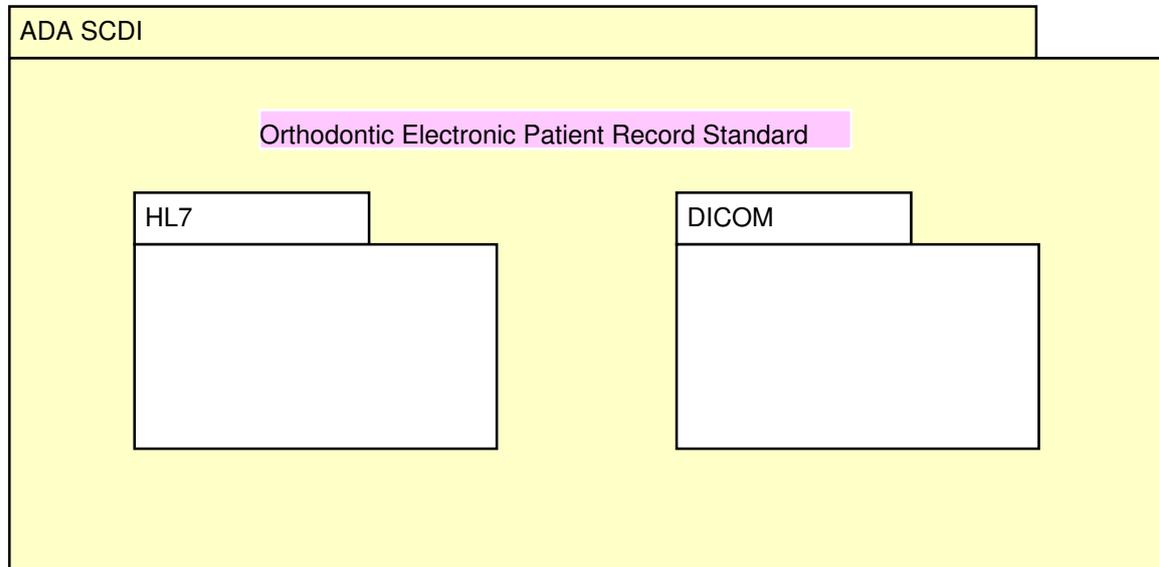
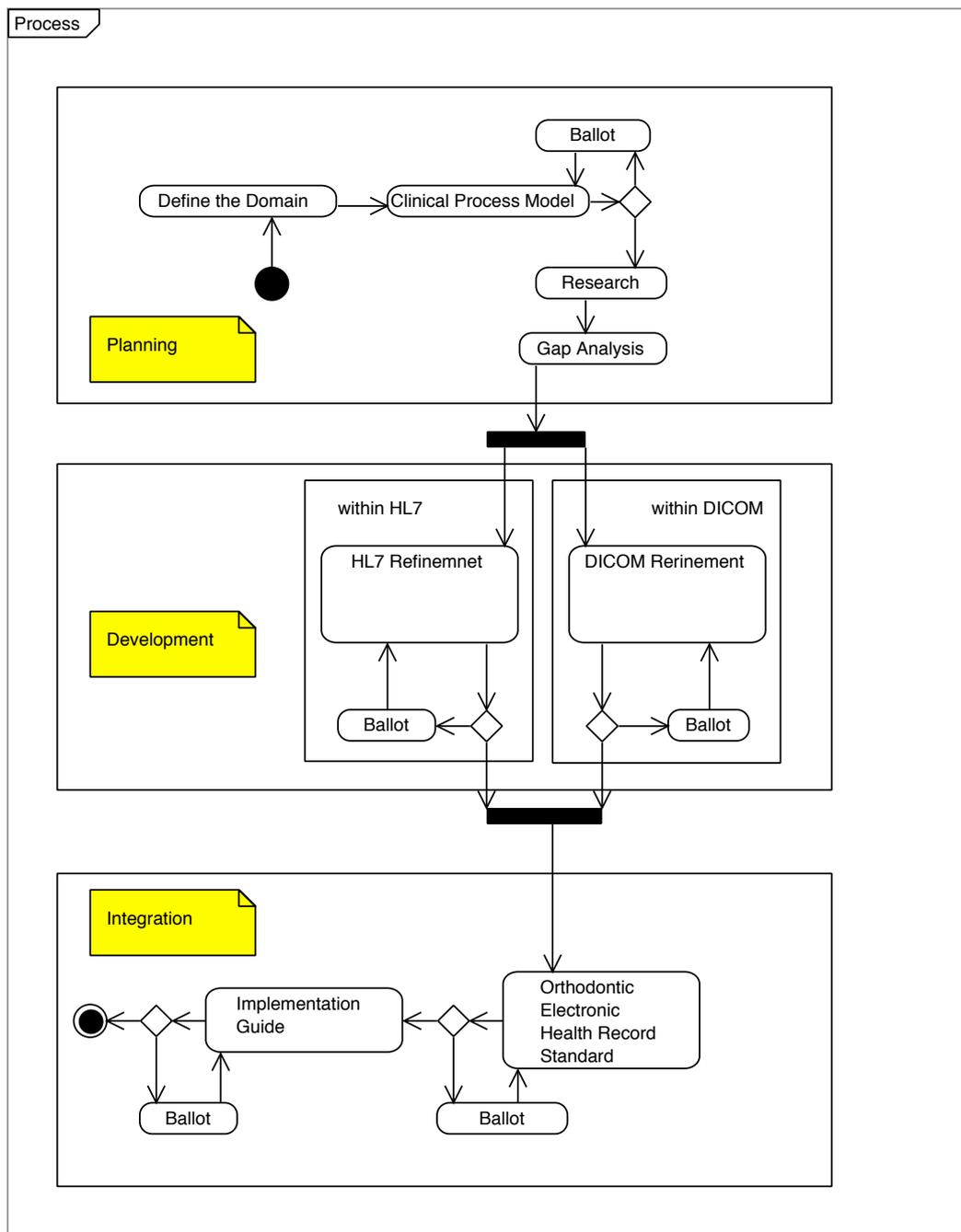


Figura 3.20: Estrutura básica das organizações para o desenvolvimento do padrão para um orto-PEP. A ADA está é a organização supervisora, certificando-se de que o padrão atenda às demandas da comunidade ortodôntica. O DICOM e o HL& são utilizados para repretar dados imaginológicos e não-imaginológicos respectivamente demodo a garantir o máximo de interoperabilidade de dados entre os sistemas existentes



Created with Poseidon for UML Community Edition. Not for Commercial Use.

Figura 3.21: Diagrama de atividade do processo de desenvolvimento do orto-PEP proposto. Os processos de refinamento do DICOM e do HL7 são realizados por subgrupos de nosso grupo de trabalho – o ADA SCDI WG 11.6 – dentro da estrutura de suas respectivas organizações.

A partir do resultado da análise mencionada anteriormente, a estrutura proposta na Figura 3.20 na página anterior é apresentada para o orto-PEP, um padrão ADA/ANSI composto pela integração do HL7 com o DICOM. Com a utilização dessa abordagem, é possível asseverar

que os dados serão mais compatíveis com os sistemas existentes<sup>32</sup>, ao mesmo tempo que se apresenta um padrão de orto-PEP completo aprovado pelos ortodontistas. Para tal intento, o SCDI providenciaria o padrão oficial e documentação de implementação padrão, semelhante à da Especificação 1000 e o Relatório Técnico 1027, que o acompanha. Esse processo pode ser melhor compreendido por meio do diagrama de atividade da Figura 3.21 na página precedente, no qual há uma divisão em três partes, a saber: o planejamento, o desenvolvimento e a integração.

## O Planejamento

Na fase de planejamento, cumpre desenvolver um modelo dos processos clínicos. Para tal fim, iniciar-se-á a partir dos casos de uso – *storyboards* como os do HL7 –, os quais se transformarão posteriormente em um modelo clínico diagramado e votado. Após completado o modelo, um conjunto de atributos para cada caso de uso será criado. Esses atributos permitirão a produção de *integração – gap analysis* – entre esses atributos e aqueles já apresentados em padrões atuais. Isto servirá de base para os próximos dois estágios.

A fase de planejamento já está sendo realizada dentro do grupo de trabalho 11.6 do SCDI, mais especificamente por membros representantes da *Loma Linda University*, Universidade de Chicago e a Universidade de Brasília. Os dois primeiros membros são especialistas da área e produzirão, portanto, a documentação ortodôntica mais específica; isto é, a descrição, por meio de uso de textos e diagramas, de cada campo da ortodontia que necessita de ser representado eletronicamente. O autor da presente então intervirá e auxiliará na produção de classes e atributos necessários à representação dos casos de uso. Com essa informação, a integração, embasada em pesquisa de padrões existentes, procederá.

A fase de planejamento conclui-se com a definição da tecnologia a ser utilizada (ver seção 3.1). Com base em pesquisas atuais conduzidas pelo autor deste estudo, a tecnologia sugerida para utilização são: o HL7, para dados textuais, o DICOM, para imagens ortodônticas e o SCDI da ADA para a combinação dos dois em um modo orgânico e aprovado pela ADA.

---

<sup>32</sup>A maioria dos sistemas médicos compreende o HL7, o DICOM ou ambos.

## A Elaboração

Após o consenso no tocante à utilização da tecnologia mencionada, a *integração* será apresentada para especialistas em HL7 e DICOM, respectivamente. Isto representa o método mais eficiente de inclusão de atributos e classes ausentes em seus respectivos padrões para que os refinamentos resultantes apresentem compatibilidade plena como o HL7 e/ou com o DICOM. É provável que esse processo implique a formação de um comitê técnico ortodôntico/odontológico dentro da HL7 e a inclusão de partes interessadas no grupo de trabalho do DICOM apropriado (o *DICOM WG 22* e o *ADA SCDI WG 12.1*).

Para que esse processo aconteça, os desenvolvedores do prontuário eletrônico ortodôntico do paciente serão divididos entre os grupos imaginológico e não imaginológico, de acordo com seus interesses. Cada grupo será o representante da DICOM ou do HL7 responsável pelas comunicações entre o grupo de trabalho e essas organizações.

Essa etapa propiciará a inclusão de elementos que faltam nas votações para versões futuras do HL7 e do DICOM.

## A Integração

Depois de os dois padrões estarem prontos, a ADA/SCDI publicará um padrão de nível superior para instruir os implementadores sobre o uso conjunto do HL7 e do DICOM em um modo certificado pela ADA/ANSI. Esse documento sofrerá então votação e, após isso, o lançamento, agindo como a referência de padrão oficial. Além disso, outros subgrupos do grupo de trabalho desenvolverão um documento menos técnico junto para conduzir o leitor ao longo do processo de implementação e utilização do produto.

A integração necessariamente terá de produzir um documento de compatibilidade. Dado que tanto o HL7 quanto o DICOM possuem regulamentos de compatibilidade definidos, será indispensável a disposição de um outro sub-grupo encarregado da criação de tais normativos.

### **3.8.6 Os Sub-Grupos**

À medida em que o desenvolvimento evolui e torna-se mais robusto, será necessária a divisão de responsabilidades entre sub-grupos específicos, cada um dos quais devendo consistir de, pelo menos, um membro e se especializar em seus assunto designado. A subdivisão deverá

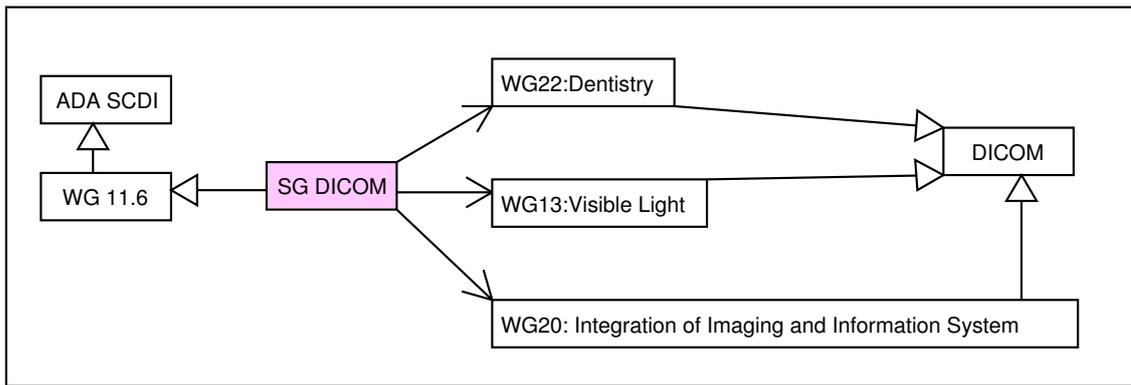


Figura 3.22: Interações do subgrupo DICOM e outros grupos de trabalho.

nortear-se pelo esquema a seguir, jamais limitando-se a ele.

## DICOM

Os membros desses subgrupos deverão responsabilizar-se pelo promoção de contatos e de especialização dentro do padrão DICOM e sua organização de desenvolvimento. Esse subgrupo ficará encarregado de apresentar uma pesquisa mais apurada do padrão DICOM para o desenvolvimento da *integração* a ser apresentada na fase de planejamento. Nesta, o subgrupo responsabilizar-se-á pelo proceso de inclusão dos campos e atributos necessários. Durante a fase de integração será necessário ao subgrupo pesquisar os parâmetros de conformidade, a documentação e a testagem do DICOM.

A relação entre o subgrupo do DICOM e outros grupos de trabalho pode ser encontrada na Figura Figura 3.22. O subgrupo terá interação direta com os grupos de trabalho de *Odontologia*, *Luz Visível* e *Integração de Imagens e Sistemas de Informação* do DICOM.

## O HL7

Os membros desses subgrupos terão responsabilidades semelhantes às do subgrupo do DICOM, encarregando-se da área do padrão contemplada pelo HL7.

A relação entre o subgrupo HL7 e outros grupos de trabalho pode ser encontrada na Figura Figura 3.23. O subgrupo terá interação direta com os Comitês Técnicos de *Gerenciamento de Informação de Prontuários Médicos* e de *Vocabulário* do HL7 bem como com os Grupos de Interesses Especiais de *Integração de Imagens* e de *Conformidade*.

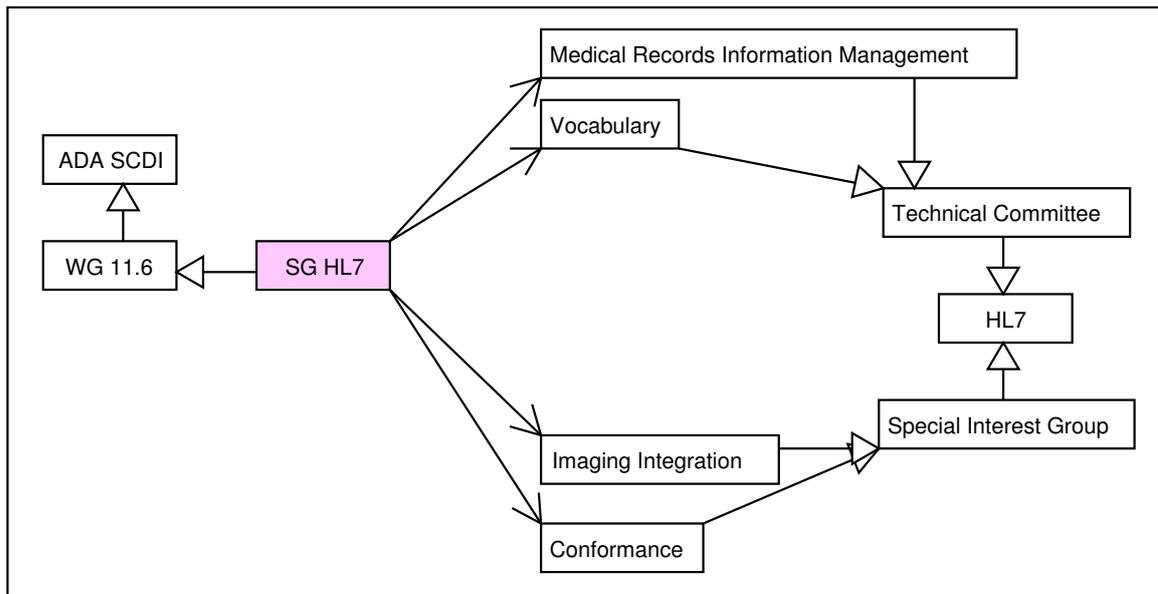


Figura 3.23: Interações do subgrupo do HL7 e outros grupos de trabalho.

#### A Documentação

O subgrupo de documentação ficará responsável pela coleta de informações apropriadas dos subgrupos do DICOM e do HL7, assim como pela compilação destas em um manual de implementação bem estruturado. Esse grupo iniciará sua atuação somente a partir da fase de Integração.

Como pode ser visualizado na Fig. Figura 3.24, o subgrupo de documentação estabelecerá interação com os Comitês Técnicos de *Educação* e de *Vocabulário* do HL7 e com o DICOM. Em vista de o DICOM não ter um grupo de trabalho para documentação de padrões, o grupo terá contato com indivíduos de diversos grupos de trabalho que se especializarão nesse assunto.

#### Conformidade

A conformidade de um padrão é um assunto deveras complexo e que normalmente é discutido mais detalhadamente em cada documentação do padrão. Esse subgrupo responsabilizar-se-á pelo desenvolvimento de Declarações de Conformidade que não conflitem ou interfiram naquelas da HL7 já utilizadas pela DICOM ou pela ADA.

A relação este e outros subgrupos pode se encontrada na Figura 3.25 na página seguinte. O subgrupo estabelecerá interação direta com o Grupo de Interesse Específico de Confor-

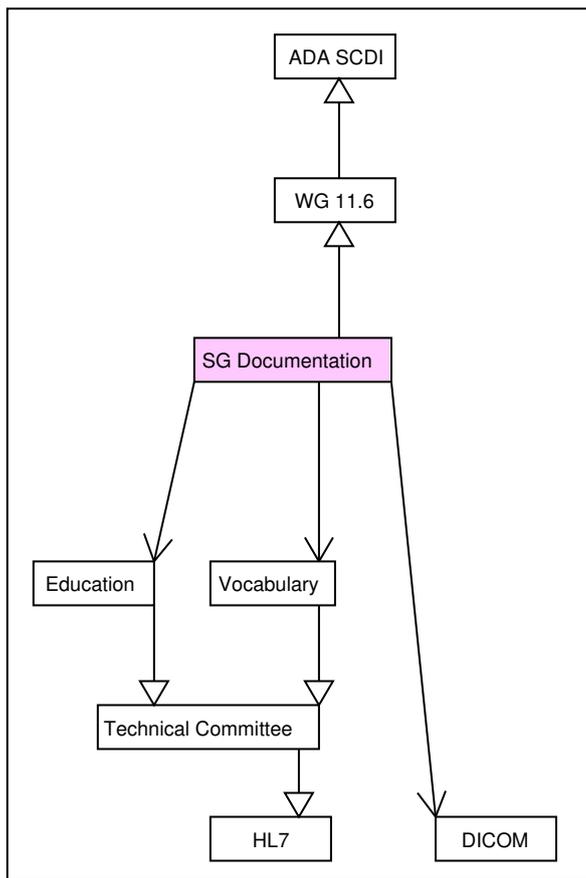


Figura 3.24: Interações do subgrupo de documentação e outros grupos de trabalho.

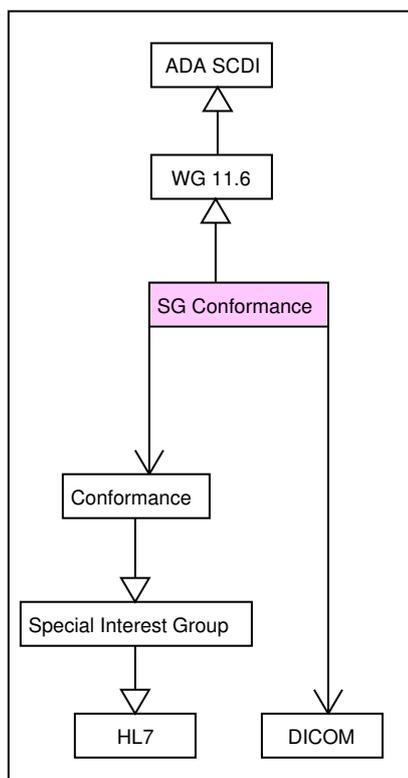


Figura 3.25: Interações do subgrupo de conformidade com outros grupos de trabalho.

midade do HL7. Dado que o DICOM não apresenta um grupo de trabalho relacionado a assuntos de desenvolvimento do assunto, o grupo relacionar-se-á com indivíduos de vários grupos de trabalho, os quais se especializarão nesse assunto.

## **Resumo**

A solução proposta para o padrão orto-PEP proporciona um modo fácil, funcional e completo para sua implementação. A colaboração próxima entre a HL7 e a DICOM assevera o mais alto nível de compatibilidade com os sistemas de cuidados médicos já existentes na maioria das áreas médicas.

Apesar disso, o ciclo completo de elaboração exige algum tempo; pelo menos três anos para a primeira versão oficial completa ser aprovada. A maior parte desse tempo seria dispendiada na criação de um novo comitê técnico dentro da HL7 e nos ciclos de votação da HL7 e da DICOM. Todavia, versões de testes utilizáveis estarão disponíveis para uma primeira implementação, o que acelerará a urgente necessidade de implementação do padrão.

Na próxima seção, será proposto um padrão digital para cefalogramas, o que constitui elemento fundamental do padrão de prontuário eletrônico ortodôntico do paciente.

## 4 UM PADRÃO PARA CEFALOGRAMAS DIGITAIS

Somente em 1991, por ocasião da conferência anual da Associação Americana de Ortodontia – *American Association of Orthodontics* (AAO) –, a idéia de que uma nova fase do campo ortodôntico se iniciava foi aceita. Infelizmente, a introdução da tecnologia da computação nessa área ocorreu antes que os requisitos analíticos de um prontuário ortodôntico computadorizado pudesse ser determinado. Para dar continuidade à efetiva comunicação nessa nova era, é mister estabelecer um meio de armazenamento e recuperação de dados de prontuários ortodônticos computadorizados.

Atualmente, a ortodontia tem enfrentado desafios para prover mais informações sobre a eficácia de diversos métodos de tratamento. Além do mais, várias séries de filmes de cefalogramas valiosas oriundas de estudos realizados durante a primeira metade do século XX passam agora por um período de decadência. Diversos estudos sobre o crescimento foram conduzidos no século passado, nos quais os pacientes submetiam voluntariamente a testes de raio-x periodicamente – às vezes até mesmo com implante de marcas referenciais – para se estudar o crescimento e desenvolvimento craniano.

Nos dias de hoje, estudos desse tipo são praticamente inviáveis, tornando a preservação desses filmes um projeto de alta prioridade em várias instituições. Esses obstáculos têm aumentado a demanda por uma base de dados de cefalogramas padronizada de casos ortodônticos tratados e não-tratados. O microcomputador pode ser um elemento proporcionador de uma solução para esse problema por ser fácil criar e obter cópias de informações computadas e pelo fato de cópias digitais não sofrerem deterioração. Apesar disso, para que estas tenham serventia, necessitam ser compatíveis entre os diversos computadores e programas de *software*.

Até o momento, nenhum padrão para o armazenamento e troca de dados do paciente foi sinalizado no campo da ortodontia. Durante o encontro de Educadores da Ortodontia em 1991, três problemas que antecedem o desenvolvimento de qualquer padrão foram aventados:

1. Questões Léxicas: que termos devem ser utilizados para a descrição de condições ortodônticas.
2. Questões de Resolução: qual a resolução – espacial e de escala de cinza – necessária para que o dentista possam dispor de representações digitais de raio-x e de modelos em vez de ter os originais.
3. Questões de Registro: como digitalizar prontuários a serem registrados e classificados.

Dois anos após o encontro de 1991, Hans promoveu um *workshop* patrocinado pela *American Association of Orthodontics Foundation* (AAOF), o qual foi realizado no *Bolton-Brush Growth Study Center* (*Case Western Reserve University*, Cleveland, OH, EUA) em março de 1993, com o título de Padrões para Armazenamento Digital, Recuperação e Análise de Prontuários – *Standards for Digital Storage, Retrieval and Analysis of Orthodontic Records* (American Association of Orthodontics Foundation, 1993), estabelecendo a primeira tentativa de discussão dos detalhes técnicos da criação de um padrão para dados ortodônticos. Depois desse evento, o interesse pelo projeto decresceu, sendo que, somente dez anos depois, Hans et al. provou a veracidade e relevância das conclusões ali atingidas. (Hans et al., 2003).

Este documento empreende a aplicação das questões de resolução de imagem apresentadas em (Hans et al., 2003) bem como os de registro, discutidos em (American Association of Orthodontics Foundation, 1993) para a criação de uma extensão do DICOM para cefalogramas. As questões léxicas não são contempladas, haja vista a idéia geral de que esses elementos não são necessários ao armazenamento e recuperação de cefalogramas digitais.

#### **4.1 REQUISITOS PARA CEFALOGRAMAS DIGITAIS**

A necessidade do desenvolvimento de um padrão de cefalogramas tem persistido já há mais de quinze anos. Durante todos esses anos, especificidades dos requisitos para concepção dos cefalogramas têm sido delineadas, ainda que nunca tenham sido aplicadas. Esta seção propõe um resumo desses requisitos, seguindo-se da descrição dos atributos que devem acompanhar todos os cefalogramas.

##### **Dados Demográficos do Paciente**

Os cefalogramas constituem parte do prontuário do paciente, devendo incluir, portanto, as informações para sua devida identificação. Entre tais dados incluem-se o nome do paciente, o registro de identidade, sexo, data de nascimento, data do exame.

##### **A Magnificação**

A Magnificação representa um componente fundamental, viabilizando a correta interpretação de distâncias dentro de um cefalograma e podendo ser armazenada de diversas formas,

tais como: a distância entre o plano sagital mediano e o filme associada à distância entre a fonte e o filme; a razão entre essas duas distâncias; a razão entre 1 mm no cefalograma e de 1 mm no objeto – como, por, exemplo, na escala de um mapa –; a percentagem; a inclusão de um esclara visível de raio-x de 10 cm em absolutamente todas as sessões de exposição, etc. Entre todos acima mencionados, a porcentagem é a unidade preferível para a magnificação por representar a informação desejada. Cabe realçar que as distâncias do filme para o sujeito e para a fonte de raio-x, ou a escala de 10 cm sobre a imagem são necessárias somente à computação do fator de magnificação, sendo preciso apenas um modo rápido e fácil para tradução entre os dois sistemas de coordenadas – sendo de mundo real para o cefalograma. A percentagem facilmente permite essa conversão mediante a seguinte equação:

$$d \left( 1 + \frac{p}{100} \right) = d' \quad (1)$$

em que  $d$  é a distância no sujeito (distância do mundo real),  $d'$  a distância medida no cefalograma e  $p$  a magnificação do cefalograma em percentagem.

## Orientação

Cumpra estar a par da direção da cabeça do paciente com relação ao feixe de raio-x para que se possa relacionar precisamente as distâncias do raio-x com as medidas dos sujeitos. Esse procedimento é normalmente realizado por intermédio de um cefalostado, fixando-se o sujeito em uma posição e orientando o feixe central de raios-x exatamente por entre o eixo transmeatal. Prendendo o sujeito pelo ouvido, o cefalostato só permite o movimento por meio desse eixo. Já nos defalogramas laterais, esse tipo de rotação é de pouca relevância, uma vez que pode ser facilmente corrigida girando-se fisicamente o filme do raio-x após estar ter sido revelado – sem acarretar distorção. Por outro lado, no caso do cefalograma posteroanterior (PA), esta acarreta uma projeção distorcida da caixa craniana, impedindo, assim, a correlação entre o cefalograma e as medidas do paciente devido ao desconhecimento do ângulo de rotação.

Por essa razão, foi concertado o estabelecimento, dentro do PA, do ângulo ao redor do eixo transmeatal em relação ao plano de Frankfort<sup>33</sup> como campo obrigatório.

Essa medida apresenta duas vantagens: (1) As distâncias sobre o cefalograma podem ser

<sup>33</sup>O plano de Frankfort é definido pela orbital esquerda – o ponto mais baixo na extremidade inferior da órbita – e pelo *tragions* direito e esquerdo – situados na extremidade superior do *tragus*. Esse plano normalmente é posicionado horizontalmente, isto é, paralelamente ao chão.

realcionadas minuciosamente com as medidas sobre o sujeito e (2) o técnico é forçado a dar maior atenção à orientação da cabeça.

Pressupondo-se que a distorção causada pela fonte de raio-x pontiaguda seja desprezível, a distorção ao redor do eixo transmeatal pode ser corrigida com a seguinte relação:

$$d' = \frac{d''}{\cos \alpha} \quad (2)$$

em que  $d''$  representa uma medida anatômica realizada sobre o cefalograma,  $\alpha$  o ângulo de rotação relativo ao plano de Frankfort e  $d'$  seria a medida anatômica, caso não houvesse rotação (sem distorção transmeatal). A Eq. 2 pode complementar a Eq. 1 formando a seguinte relação de correção de magnificação mais completa:

$$d = \frac{d''}{\cos \alpha \left(1 + \frac{p}{100}\right)} \quad (3)$$

Eq. 3 pode substituir Eq. 1 em qualquer situação: o cosseno desaparece quando o ângulo tem zero grau, reduzindo-se à Eq. 1.

### **Fiduciais SB Corner**

O uso das fiduciais SB destina-se aos cefalogramas analógicos digitalizados: eles asseguram que o processo de digitalização não tenha adicionado qualquer distorção e propicia um modo adicional para a computação da escala da imagem digital – e, assim, o tamanho de cada pixel. Para mais informações, consultar o ?? na página ?? .

Há quatros pinos fixados nos cantos do cefalograma com uma moldura, sendo a distância entre esses pontos conhecida e esta devendo permanecer constante após a digitalização. Isto pode ser realizado ou por meio do armazenamento cada fiducial como um ponto (em coordenadas x,y) ou pelo armazenamento das distâncias das fiduciais umas das outras. O segundo método é dotado de duas vantagens: (1) há somente seis números a serem armazenados em vez de oito (cada ponta assume dois valores, x e y, e (2) não há necessidade de se depender de possíveis mudanças coordenadas introduzidas pela varredura ou pelo processo de fixação do pino. Cumpre, dessa forma, resolver que as fiduciais SB serão armazenadas com o cefalograma por meio do uso de seis campos que representação as seis distâncias dos pontos entre si, Somente caso todas as seis distâncias serem conhecidas, haverá a possibilidade de se garantir a relação entre todos os pontos.

Um cefalograma deve conter todas as seis distâncias, caso seja digitalizado a partir do filme. No caso de um cefalograma derivar diretamente de um sensor de raio-x digital, é ainda preferível servir-se das fiduciais SB Corner, pois foi comprovado empiricamente que alguns cefalômetros podem produzir imagens distorcidas.. Ao se posicionar as fiduciais SB a certas distâncias, próximas ao paciente e dentro do campo de visão do cefalômetro, essa distorção pode ser facilmente detectada.

## **Resolução**

O objetivo precípua dos cefalogramas reside na medição de ângulos e distâncias entre marcos anatômicos. Portanto, é indispensável a habilidade para identificar estas apuradamente. Com base em uma pesquisa conduzida pela Case Western Reserve University (Hans et al., 2003), a resolução mínima necessária para que um cefalograma seja útil no tratamento ortodôntico ou para pesquisa é de 4096 tons de cinza e 1536x1024 pixels sobre um filme de 8"x12" , o que se traduz em uma resolução de 128dpi x 12 bits de cinza, o que significa que um pixel não pode exceder 1/128 de uma polegada – 0.19mm.

Portanto cumpre ao padrão exigir que o tamanho do pixel seja menor do que 0.19mm tanto horizontalmente quanto verticalmente bem como apresentar uma profundidade de 12 bits.

## **Manual de implementação**

Outro elementos essencial é o manual de implementação, com o detalhamento do modo de aplicação do padrão à aplicação no mundo real tais como o programa de análise cefalométrica ou uma base de dados de cefalogramas. Este deve ser elaborado pelo Comitê de Padronização da Informática Odontológica (SCDI) da Associação Dental Americana (ADA) – como explicitado na 3.8 na página 68 – para qualquer desenvolvedor de *software* interessado no padrão como um parceiro da documentação do DICOM já existente.

### **4.2 O USO DO DICOM PARA CEFALOGRAMAS DIGITAIS**

O DICOM – *Digital Imaging and Communications in Medicine* – é um padrão bem-sucedido mantido pela *National Electric Manufacturing Association* (NEMA) que conceniona o modo para o armazenamento e transferência de imagens relacionadas à área médica. Atualmente, a maior parte dos aparelhos desse campo que lida com imagens são capazes de

manejar o formato DICOM<sup>34</sup>. O DICOM foi escolhido para a implementação desse padrão devido a sua popularidade e seu avançado estágio de desenvolvimento. Na verdade, o uso generalizado deste no campo médico facilitará enormemente a integração de imagens cefalométricas com os *softwares* existentes. A integração e a implementação são os pilares do desenvolvimento de padrões, já que um padrão não-implementado – como é o caso de vários na área médica – implica muito pouca utilidade.

Na terceira parte da documentação do DICOM, é delineada uma Definição de Objeto Informativo de Imagem (IOD) de raio-x. Essa IOD é a mais apropriada para a representação de cefalogramas digitais.

## **A Magnificação**

O DICOM conta com dois modos de armazenamento de magnificação geométrica juntamente com a imagem de raio-x. O primeiro método armazena a razão entre as distâncias da fonte para o paciente e do paciente para o filme; a segunda armazena a distância entre dois centros de pixel no mundo real.

### Utilização da SID/SOD

A magnificação radiográfica pode ser codificada dentro da IOD DX do DICOM por meio do *DX Positioning Module* (National Electrical Manufacturers Associations, 2006, PS 3.3 - Page 631), o qual contém três atributos de notável utilidade: o Fator de Magnificação Radiográfica Estimada - *Estimated Radiographic Magnification Factor* (0018,1114), determinado pela Razão da Distância Receptora de Imagem de Fonte – *Ratio of Source Image Receptor Distance* (SID) sobre a Distância do Objeto da Fonte – *Source Object Distance* (SOD); *Fonte de Distância ao Paciente* (0018,1111) e a *Fonte de Distância do Detector* (0018,1110). Lançando-se mão ou do primeiro atributo ou da combinação entre os dois últimos, a informação de magnificação pode ser perfeitamente preservada ao longo da imagem.

Na maioria dos casos, as distâncias SOD e SID são mantidas constantes para todos os cefalogramas. Sugere-se, dessa forma, a utilização desses atributos, visto que são relativamente práticos.

---

<sup>34</sup>Para mais informações sobre o DICOM, consultar a Seção 3.4 na página 55 .

## Utilização de Espaçamento de Pixel

Alternativamente, a magnificação radiográfica pode ser codificada dentro de uma IOD DX do DICOM fazendo-se uso do Módulo Detector DX, o qual contém a Macro de Calibração de Espaçamento de Pixel Básica – *Basic Pixel Spacing Calibration Macro* –, em que o atributo de espaçamento de Pixel (0028,0030) pode ser utilizado para o armazenamento daquilo que um pixel à esquerda e/ou outro abaixo corresponde sobre o paciente. Segundo a documentação do DICOM (National Electrical Manufacturers Associations, 2006, PS 3.3 - Page 80), a definição oficial do termo segue:

“O o atributo de espaçamento de pixel (0028,0030) prescreve a distância física no paciente entre o centro de cada pixel.”

A macro permite até mesmo a especificação do modo que a calibração foi realizada, se por intermédio de fiduciais ou se simplesmente já era conhecida, o que pode ser determinado por meio do atributo opcional Tipo de Calibração de Espaçamento de Pixel (0028,0402):

“Tipo de correção de magnificação ou calibração geométrica em oposição a um objeto de tamanho conhecido. Segue a enumeração de valores:

GEOMETRIA: os valores de Espaçamento de Pixel (0028,0030) pressupõem efeitos de magnificação geométricos definidos ou supostos e correspondem a alguma profundidade não-específica dentro do paciente; os valores de Espaçamento do Paciente (0028,0030) podem, assim, ser utilizados para a medida de objetos localizados próximo ao raio central e situado à mesma profundidade dentro do paciente assim como a fiducial. (National Electrical Manufacturers Associations, 2006, PS 3.3 - Page 81)

Da mesma forma, o atributo de Espaçamento de Pixel de Objeto no Centro do Feixe (0018,9404) poderia ser utilizado, já que determina o espaçamento de pixel no centro do feixe.

Embora esse método também resolvesse o problema de se saber a que a distância da imagem digital corresponde na vida real, ele é pouco viável, haja vista que necessita ser calculado a partir da resolução, do *Imager Pixel Spacing* (0018,1164) e da razão real entre o SID e o SOD.

## Orientação

Como elucidado anteriormente, é de extrema utilidade a capacidade de armazenamento, junto com o cefalograma, da determinação de qual lado o feixe toca o paciente primeiramente durante o período de exposição. Outrossim, os ângulos para os quais o paciente é orientado em relação ao detector e ao feixe são importantes para se viabilizar o cálculo preciso da distorção. O DICOM oferece um modo de armazenamento dessas informações no Módulo de Posicionamento DX, descrito em (National Electrical Manufacturers Associations, 2006, PS 3.3, C.8.11.5). A Sequência de Códigos de Visualização – *View Code Sequence* – (0054,0220) permite o armazenamento do tipo de cefalograma em questão – PA, antero-posterior, lateral direito, etc), campo que já especifica em qual lado o feixe atinge o paciente primeiramente. Por exemplo, o posteroanterior define a direção do feixe: começando do posterior até a área anterior. Além do mais, esse campo também confere espaço a seqüências oblíquas (ver Tabela E.5 na página 121). No entanto, esse atributo não permite o armazenamento de ângulos não-padrões específicos.

Estes podem ser facilmente armazenados utilizando-se o atributo do *Ângulo Posicionador Primário* (0018,1510) e do *Ângulo Posicionador Secundário* (0018,1511). A definição do primeiro assemelha-se à de longitude – no plano equatorial, sendo este o ângulo que determina se a imagem acompanhante é um cefalograma lateral ou PA. A definição de *Ângulo Posicionador Primário*, por sua vez, é como a latitude – no plano sagital–, sendo este o ângulo que especifica a rotação pelo eixo transmeatal. Por exemplo, o *Ângulo Primário* é de zero graus, assim como o do *Secundário*, para um cefalograma lateral, e outro, com o feixe vindo do lado direito do rosto, tendo o *Ângulo Primário* de 90 graus e o *Ângulo Secundário* de zero graus.

### Uma Observação sobre o *Ângulo Posicionador Primário*

No DICOM, tem-se a seguinte definição de *Ângulo Posicionador Secundário*:

“*Ângulo Posicionador Secundário* fica no plano do paciente, perpendicular ao Eixo Primário no isocentro. Ele é definido no Plano Sagital no isocentro a zero grau na direção perpendicular ao tórax do paciente. O correspondente à direção craniana é o ângulo de 90 graus. A variação do *Ângulo Posicionador Secundário* é de -90 a +90 graus.”(National Electrical Manufacturers Associations, 2006, PS 3.3, p. 439)

Apesar de ser satisfatório para a produção de cefalogramas, ele ainda precisa ser ligeiramente

ajustado. Como é sabido, o cefalostado permite somente a rotação pelo eixo transmeatal. Sendo assim, a rotação axial só pode ser o eixo que passa pelos ouvidos (transmeatal). Logo, o ângulo de zero grau, em vez de ser estipulado perpendicular ao tórax – que não constitui uma região de interesse para cefalogramas –, será definido como zero na direção paralela ao plano de Frankfort: ângulos de 180 graus caso as costas do paciente estejam viradas para a fonte de raio-x e zero grau quando o paciente está em posição frontal. Ângulos positivos indica uma rotação e modo a fazer o paciente olhar para baixo; ângulos negativos indicam uma rotação de modo a fazer o paciente olhar para cima (ver Tabela E.5 na página 121).

Para cefalogramas padrões, o *Ângulo Posicionador Secundário* deve convencionalmente estar sempre a zero grau. todavia, pode haver algumas aplicações em que há conveniência de se aplicar ângulos diferentes para a produção de imagens. Contanto que esses ângulos sejam registrados, as imagens podem ser consideradas cefalogramas úteis. No entanto, para o tipo de posicionador de cefalostato, não é recomendável aplicar um ângulo mais alto do que oitenta ou menor que -80 graus; 90 graus implicaria que o corpo todo estaria sendo coberto pela imagem dos pés à cabeça, o que geraria uma imagem sem definições de cefalogramas. Já um ângulo de 180 graus significa que o paciente está sendo focalizado de cabeça para baixo, o que aparenta uma situação improvável.

### **Fiduciais SB Corner**

A DICOM dispõe um modo de armazenamento de fiduciais espaciais em uma IOD denominada *Fiduciais Espaciais*, cuja utilidade precípua é voltada para indicar e sobrepor corretamente duas imagens separadas. Apesar de não ser possível armazenar a distância entre cada fiducial, a IOD tem atributos para as coordenadas e vice-versa. Para uma explicação matemática mais detalhada, consultar o Apêndice D na página 109.

Quando as fiduciais são posicionadas em um campo de imagem, elas são fixadas em distâncias convencionadas com uma moldura ou com um molde. Essas distâncias podem ser armazenadas em um atributo de *Dados Gráficos* (0070,0022), o qual constitui parte do módulo das *Fiduciais Espaciais*, em uma forma coordenada. Esse atributo é capaz de armazenar as coordenadas das fiduciais, sendo que a primeira pode se iniciar na origem (0,0) e as outras em relação esta. Tendo sido devidamente armazenada em formato DICOM, a relação entre as fiduciais devem ser relacionadas à imagem digitalizada específica, o que pode ser realizado de duas formas: (a) armazenando-as junto com cada uma das imagens ou (b) armazenando-as em um estudo e série de paciente fictício separados.

O armazenamento da relação de fiduciais junto à imagem é possível por meio do uso da

um sistema coordenado e do tamanho de pixel da imagem. O sistema de implementação responsabiliza-se, assim, por saber se as coordenadas de pixel de fiducial não são absolutas para a imagem referente – isto é, o primeiro pixel não está na coordenada (0,0) da imagem real –; no entanto, devem ser consideradas como relativas.

Na segunda abordagem, as fiduciais podem ser associadas à imagem do paciente fictício de tamanho de pixel conhecida. As distâncias entre cada fiducial pode ser facilmente computada pelo uso da localização do pixel de cada fiducial junto com o tamanho do pixel da imagem fictícia. Quaisquer varreduras realizadas com esse conjunto de fiduciais pode então ser associada com essa representação DICOM de fiduciais utilizando-se o atributo de Seqüência de Imagem (0008,1140).

A segunda vantagem refere-se ao fato de essa abordagem não ter de repetir as informações ao longo de um enorme conjunto de imagens. Além do mais, diversos conjuntos de fiduciais podem ser facilmente organizados e armazenados para uso posterior. Por outro lado, esse método pode estar mais propenso a erros durante o transporte de imagens. Quando uma imagem é copiada para um sistema diferente, cumpre cuidar mais rigorosamente do estabelecimento imediato (SET) da fiducial no sistema receptor. Essa consideração deve ser cuidadosamente pesada e discutida entre os membros da comunidade do DICOM.

### **4.3 Análise de Lacuna**

Esta seção concentra-se na lacuna de elementos ainda demandados pelos cefalogramas, o que serve de pano de fundo para a formulação do padrão apresentado na próxima seção.

Como foi discorrido na seção anterior, o DICOM apresenta todas as ferramentas necessárias à correta codificação de cefalogramas. Todavia, seus documentos não versam diretamente sobre os cefalogramas, seja no aspecto normativo, seja no informativo. Assim, alguns refinamentos menores necessitam ser realizados, a maioria dos quais poderiam constar de um manual de implementação separado, como foi sugerido na Seção 4.1 na página 85. Idealmente, eles poderia ser incluídos no DICOM. A lista a seguir arrola os itens a serem considerados nessa tarefa:

1. O DICOM não define os requisitos mínimos de resolução, o que necessitando ser estipulados requisitos específicos.
2. A documentação normativa do DICOM considera alguns campos como *Elementos de Dados Opcionais*, ao passo que, estes deveriam ser compulsórios para os cefalogra-

mas. – por exemplo, os Ângulos Primários e Secundários (0018,1111) e (0018,1110), *Fator de Magnificação Radiográfica Estimada* (0018,1508)).

3. O DICOM não define um modo para verificação da acuidade do processo de digitalização – discutido na parte sobre Fiduciais SB Corner na página 84).

#### **4.4 UM PADRÃO PARA O ARMAZENAMENTO E TRANSFERÊNCIA DE CEFALOGRAMAS DIGITAIS**

Esta seção apresenta o padrão para armazenamento e transferência de cefalogramas digitais, explicitando os detalhes das technicalidades do DICOM. As informações nela contidas foram extraídas e interpretadas a partir do manuais do DICOM (National Electrical Manufacturers Associations, 2006), que foi sendo utilizado para a elaboração da implementação *dcm4ceph*, descrita na Seção 4.6 na página 93.

#### **4.5 Introdução**

Os cefalogramas digitais transcendem a idéia de uma simples radiografia do crânio. Eles são empregados na coleta de medidas para estudos do crescimento craniofacial, bem como para o planejamento de tratamentos ortodônticos. Para essas aplicações, prescinde que estes sejam armazenados em um formato que abrigue as informações essenciais para garantir sua precisão. Diante desse quadro, propõe-se nesse documento o meio para se utilizar o DICOM no armazenamento dessas informações junto com os cefalogramas propriamente ditos.

Nesta parte, será sugerida uma visão geral do padrão, já que o conteúdo mais específico pode ser encontrado nos documentos Módulos de IOD de Imagem (ver E na página 112) e Módulos de Fiduciais Espaciais (ver F na página 124). O primeiro analisa cada tabela de módulo da IOD de Imagem DX e discorre sobre os atributos mais importantes; o segundo assenelha-se ‘aquele quanto a sua função, sendo aplicado, neste caso, para os Módulos de IOD de Fiduciais Espaciais.

##### **4.5.1 Visão Geral do Padrão**

Os elementos básicos que compõem os cefalogramas são as informações demográficas do paciente – nome, sexo, idade, carteira de identidade, plano de saúde, médico, etc) –, a formação

de imagem – tamanho de pixel, profundidade cromática, resolução, etc. –, as informações radiofógráficas – tamanho do detector, distância entre a fonte do paciente e o detector, magnificação de radiografia, direção do feixe, etc.– e as informações de verificação especial – necessárias para se assegurar que o processo de digitalização não gerou qualquer erro. Os módulos de IOD de Imagem DX ((National Electrical Manufacturers Associations, 2006, PS 3.3, A.26)) conseguem lidar com quase todas as informações exigidas, restando aos módulos de IOD de Fiduciais Espaciais a verificação espacial, que permite o armazenamento de fiduciais do canto de moldura de forma coordenada para a verificação de qualidade do processo de digitalização.

Cada imagem de cefalograma deve ser armazenada com a resolução de 128dpi ou superior e de 4096 ou mais valores de escala de cinza.

No caso de um cefalograma lateral ou PA terem sido gerados ao mesmo tempo e para o mesmo propósito, eles devem ser incluídos na mesma série do DICOM mediante o uso do Tipo de Imagem (0008,0008) a partir do Módulo de Imagem de Raio-x (C.8.7.1). O “BI-PLANO A” deve estar ao ser estipulado para os cefalogramas laterais. As imagens devem relacionar-se entre si no interior da Sequência de Imagem Relacionada *Referenced Image Sequence* (0008,1140) do mesmo módulo, viabilizando a correta utilização da *Image SOP Instance Reference Macro* (National Electrical Manufacturers Associations, 2006, Table 10-3), definida pelo DICOM. Entretanto, esse último ponto vai de encontro com a especificação DICOM, visto que o Módulo de Imagem de Raio-x não constitui parte da IOD de Imagem DX.

#### **4.5.2 AS Fiduciais SB Corner**

As fiduciais SD Corner integram quatro marcadores ou mais posicionados na área de imagem e digitalizados junto ao sujeito, sendo utilizadas para verificar se o processo de digitalização não acarretou qualquer distorção. A posição absoluta delas sobre a imagem é desconhecida, porém, as distâncias entre cada ponto delas é claramente determinada. Nesse processo, a determinação de que as distâncias fixas correspondam à aparência das fiduciais sobre a imagem digitalizada recai sobre *software* de implementação.

Geralmente, posiciona-se as Fiduciais SB Corner no campo de imagem por meio do uso de molduras. As informações no conjunto ou na moldura devem ser armazenadas com o uso da IOD de Fiduciais Espaciais (National Electrical Manufacturers Associations, 2006, PS 3.3, A.40). Os detalhes da implementação podem ser encontrados nas tabelas contidas no Apêndice F na página 124 deste trabalho.

Cada imagem que se serve de um conjunto de fiduciais determinado deve relacionar o conjunto por meio da Seqüência de Instâncias Relacionadas (0008,114A) dentro do módulo de Imagem Geral. Cabe à UID de Classe SOP, portanto, estar configurada para “1.2.840.10008.5.1.4.1.1.66.2”. Tendo em vista que nenhum código preciso para esse objetivo foi encontrado, o que mais se aproxima do ideal é a versão DCM 01 112171 do código de “marca de Fiducial”.

#### 4.6 A *dcm4ceph*: UMA IMPLEMENTAÇÃO EM JAVA

Esta seção apresenta o desenvolvimento e a utilização de um *software* de implementação do padrão proposto na Seção 4.4 na página 91.

Com vistas à testagem de funcionalidade do padrão sugerido no Apêndice 4.4 na página 91, consignou-se a criação de um programa denominado *dcm4ceph*, o qual captura a imagem de cefalograma junto com informações fundamentais a ela associadas, e encapsula tudo em um arquivo passível de leitura por qualquer *software* compatível com o DICOM. O *dcm4ceph* é um conjunto de bibliotecas e utilidades que auxiliam na simplificação da criação de arquivos de cefalograma do DICOM. O termo quer dizer “DICOM para cefalogramas”, tendo sido escolhido tencionando-se semelhança ao pacote de *software* do qual depende, o *dcm4che*.

Os cefalogramas necessitam ser armazenados junto a informações, não podendo, assim, ser salvos em um formato de imagem simples tais como o JPEG, o tiff, etc. (ver Seção 4.1). Adicionalmente, muito embora o DICOM especifique como tais informações devem ser armazenadas, a pesquisa que envolve a descoberta de seus detalhes consome uma grande parcela de tempo do usuário do DICOM iniciante. Já o *dcm4ceph* permite o encapsulamento de todas informações relacionadas ao cefalogramas de maneira fácil dentro de um único objeto do DICOM e sem a necessidade de qualquer conhecimento prévio profundo do DICOM.

O *dcm4ceph* não representa um servidor ou cliente DICOM com absolutamente todos os recursos possíveis, mesmo porque ele não se empenha em competir com outros produtos de imagem ou com servidores de arquivamento de imagens (PAC). Seu objetivo precípua é fornecer um modelo prático de armazenamento de cefalogramas de modo compatível com o DICOM -- e posteriormente com a ADA -- aos usuários.

O programa fundou-se no conjunto de cefalogramas da coletânea de estudos da *Bolton Brush*

*Growth*, em Cleveland, EUA. Cada um desses conjuntos é dotado de um cefalograma PA e lateral, ambos marcados por um grupo de fiduciais SB Corner. Os cefalogramas são acompanhados de informações tais como sexo, identidade e distância do paciente ao detector – aplicada no cálculo de magnificação radiográfica – neles inscritas.

A entrada do *dcm4ceph* consiste de (a) um ou dois arquivos de cefalogramas em formato JPEG, (b) das informações clínicas dos cefalogramas em arquivos de texto com propriedade JAVA -- um para cada arquivo JPEG -- e (c) das informações sobre o Grupo de Fiduciais SB Corner, também em JAVA. Já sua saída abrange um objeto do DICOM organizado e etiquetado de acordo com o padrão proposto na Seção ?? na página ??.

Com vista a facilitar a divulgação e encorajamento de seu uso, foi elaborado um sítio na Internet para este projeto. Este contém uma breve descrição do projeto, seu acordo de licença, seu histórico e tecnologia, os documentos API bem como um fonte e um pacote binário, os quais o visitante pode baixar gratuitamente, podendo ser acessado em <http://dcm4ceph.-antoniomagni.org>, cortesia do sítio [brillig.org](http://brillig.org).

#### 4.6.1 A Tecnologia

Esta seção discute a tecnologia utilizada para o desenvolvimento do *software* tais como o ambiente de programação, as ferramentas, as aplicações, as bibliotecas, etc.

O autor desse estudo visou à produção de uma biblioteca de *software* que estimulasse a divulgação do padrão de cefalograma acima percorrido. Cumprida, destarte, que estivesse disponível para a utilização gratuita por qualquer indivíduo. Essas metas foram alcançadas por meio da elaboração de um *software* de fonte livre – respaldado pela *Lesser GNU Public License* (LGPL) – em padrão JAVA, e do fornecimento de informações sobre o projeto pelo sítio público na Internet.

Haja vista que o *dcm4ceph* representa uma biblioteca acompanhada de utilidades, optou-se pela utilização da LGPL, que viabiliza sua disponibilização somente para programa livres. Esta permite o uso do *software* em programas proprietários da mesma forma, característica muito estimulante para implementadores de *softwares* comerciais. A LGPL foi adotada com base na crença de isto seria facilitador de sua divulgação.

A linguagem adotada para o desenvolvimento do *software* foi a JAVA, a qual propicia a execução deste na maioria dos sistemas operacionais – SunOS, Windows, Linux, Mac OS X,

etc –, dispensando a necessidade de re-elaboração ou recompilação do código. Essa característica torna-o extermamente portátil, auxiliando, assim, em sua difusão. Ao se elaborar um *software*, é sempre recomendável dispor de bibliotecas e módulos livres, visto que esse recurso melhora a estabilidade, além de reduzir seu tempo de elaboração. A arquitetura orientada ao objeto do JAVA estimula tais procedimentos por simplificar a integração de diferentes projetos de *software*.

Por essa razão, foi aventado o uso do pacote *dcm4che* (<http://dcm4che.sourceforge.net>). Este é um projeto de fonte aberta que fornece uma estrutura JAVA para o acesso e uso fáceis dos objetos do DICOM. Além disso, ainda conta com vários módulos com classes que implementam a rede de trabalho DICOM e as funções de armazenamento de mídia. Fora isso, ainda há um conjunto de ferramentas de linha de comando que permite a manipulação de dados do DICOM. O *dcm4che* está hospedado na página da *sourceforge.net*.

O *dcm4che* utiliza o *Apache Maven Project* para realizar operações básicas de gerenciamento do projeto tais como o acompanhamento de dependências, construção de pacotes, etc). O *Maven* é uma ferramenta de gerenciamento e compreensão do projeto de *software* baseado no conceito de um modelo de objeto de projeto -- *project object model* (POM). Ele gerencia a construção de um projeto, o relatório e documentação a partir de uma informação específica central. Adicionalmente, o *Maven* pode coexistir com outras documentações de outros elaboradores de projetos tais como a *ant* e o *make*. Sendo baseado em Java, pela sua portabilidade e uso simples, além de suas capacidades modulares quais ilimitadas, optou-se por utilizar o *dcm4ceph* para o *Maven* também. Este pode ser encontrado na página <http://maven.apache.org>.

O desenvolvimento desse *software* foi executado sob a plataforma Eclipse. A Eclipse é uma comunidade de fonte aberta cujos projetos se focalizam o provimento de uma plataforma de desenvolvimento extensível e de estruturas de aplicação para a construção de *softwares*. Sendo também baseada em JAVA, ela é de fonte aberta e livre. Há um *plug-in* para a Eclipse, o que facilita sua utilização no projeto. Devido a todas essas características pelo *Maven* ser gratuito e atualizado, adotou-se a Eclipse como plataforma de desenvolvimento, que pode ser encontrada na página <http://www.eclipse.org>.

As versões de *software* e *back-up* são acompanhadas pelo uso do Sistema de Versões Concorrentes – *Concurrent Versions System* (CVS), versão de sistema de controle e um importante

componente do Gerenciamento de Configuração de Fonte – *Source Configuration Management* (SCM). Por meio de sua utilização é possível o registro do histórico de arquivos de fontes e de documentos.

#### 4.6.2 Os Módulos

O código para o *dcm4ceph* foi organizado em módulos para se facilitar sua manutenção e sua possível expansão no futuro. Atualmente, apenas três estão sendo utilizados: o *dcm4ceph--core*, o *-ceph2dicomdir*, o *dcm4ceph-dist* e o *dcm4ceph-site*.

O módulo principal contém as classes que servem de base para os outros. Aqui estão incluídos os objetos tais como a classe de cefalogramas, que representa um cefalograma digital, e a classe *SBFiducialSEt*, a qual representa um conjunto de quatro Fiduciais SB Corner.

O módulo *tool-ceph2dicomdir* constitui parte do módulo de ferramenta, o qual inclui auxiliares para os pacotes dentro do módulo principal. Por outro lado, a ferramenta *ceph2dicomdir* produz uma estrutura de diretórios *dicomdir* com um conjunto de cefalogramas e suas Fiduciais SB, baseados na coletânea *Bolton Brush Growth Study*.

A página do módulo na Internet contém os códigos indispensáveis à geração de arquivos *html* para o sítio <http://dcm4ceph.antoniomagni.org>. O Maven encarrega-se de gerar esses arquivos e os aplica automaticamente no servidor da rede.

O módulo *dist* é utilizado para a produção dos pacotes de distribuição nos formatos *.zip*, *.tar.gz*, e *.bz2*, contendo todas as instruções necessárias para que o Maven alcance todos os *scripts* e arquivos *.jar* para encapsulá-los dentro de um única pasta de arquivo distribuível.

#### 4.6.3 A Utilização

Para se converter um cefalograma digital para o formato DICOM, é necessária a utilização da utilidade *ceph2dicomdir*. Dentro do pacote de distribuição, pasara contém os *scripts* encapsulados essenciais à execução de, além dessa utilidade, da *ceph2dcm*, para a conversão a arquivos DICOM *.com* de maneira simples e o *ceph2dicomdir*, para a geração de uma estrutura de diretório DICOMDIR completa com arquivos *dicomdir*.

Para se criar uma estrutura *dicomdir* completa, basta ativar o *script*, acessar a pasta e executar

o comando:

```
ceph2dicomdir <ceph-image1.jpg> [ceph-image2.jpg] \
```

```
<fiducial-set.properties>
```

Esse comando utiliza dois ou três argumentos. Caso três argumentos sejam especificados, os dois primeiros são nomes de arquivos da imagem de cefalograma – em duas visões, por exemplo, uma lateral e uma PA –, ao passo que o terceiro argumento define a localização do arquivo de grupo de fiduciais. Se o segundo nome de arquivo for omitido, o segundo argumento é considerado o arquivo de grupo de fiduciais.

As meta-informações para os arquivos de imagem de cefalogramas devem ser armazenadas em arquivos com propriedades JAVA, sendo a extensão *.jpg* substituída pela *.properties*. Um arquivo de propriedades de amostra pode ser encontrado na pasta do pacote de distribuição binário.

O arquivo *ceph2dcm* funciona de maneira semelhante, embora utilize apenas um argumento, como a seguir:

```
ceph2dcm <file1>
```

O *file1* pode ser tanto um arquivo de propriedade de grupo de fiduciais quanto um arquivo de cefalograma em JPEG, caso no qual o arquivo de propriedades que o acompanha deve estar presente e no mesmo diretório que o de arquivo de imagem. Esse comando gera um arquivo com extensão *.dcm* com o conjunto de atributos apropriados à representação tanto de uma imagem quanto de um grupo de fiduciais.

#### 4.6.4 O Desenvolvimento

Esta seção discorre sobre as tarefas realizadas durante o desenvolvimento do software.

O *dcm4ceph* estabelece dependência com o *dcm4che*, o qual foi recentemente atualizado para a Versão 2. A contribuição do autor deste trabalho incidiu na verificação e documentação dos módulos *dcm4che-core* e *dcm4che-iod*.

As classes necessárias à representação de uma IOD de Imagem DF e de uma IOD de Fiduciais Espaciais, assim como todos esses módulos, estavam faltando no pacote de IOD,

necessitando, portanto, serem providos. Todavia, devido a sua pouca idade, a verificação está quase não-implementada. Além do mais, a criação de uma representação de IOD de JAVA exigia o refinamento do processo de verificação.

Todos os códigos elaborados pelo autor foram devidamente documentados com a utilização das convenções *javadoc*. Adicionalmente, o autor registrou também alguns códigos existentes, os quais foram encontrados em um estado de quase nenhuma documentação. Durante o desenvolvimento do *dcm4ceph*, um de seus colaboradores iniciou um projeto de documentação para preparação de uma página na Internet oficial e mais bem documentada, esforço o qual visa a finalmente fornecer a devida documentação do *dcm4che*.

## 5 CONCLUSÕES

Este estudo encerra a incompatibilidade entre prontuários eletrônicos ortodônticos –orto-PEPs – mediante a proposta de um plano global e a apresentação de uma solução para um dos problemas do prontuário ortodôntico do paciente. Ademais, fornece uma pequena implementação para a prova da validade da referida solução.

A resolução de incompatibilidades entre prontuários eletrônicos ortodônticos constitui um projeto de grande amplitude, o qual abrange a definição, a distribuição e o estímulo à implementação de um padrão de telecomunicação. Nesse sentido, elucidou-se a possibilidade de divisão desse processo no estágios principais descritos a seguir: o início deste mediante a reunião de partes interessadas em um grupo de trabalho; a definição de casos do domínio ortodôntico por meio do uso de diagramas de casos, para a realização da *análise de lacunas* do domínio ortodôntico e dos padrões existentes; a utilização da *análise de lacuna* para completar padrões existentes com a funcionalidade necessária para se conter dados ortodônticos; o desenvolvimento de relatórios técnicos de alto nível para a documentação do processo de implementação; a distribuição e testagem do padrão recém-concebido. Assinala-se que tal procedimento conta com uma supervisão altamente capacitada quando elaborado junto a comitês de desenvolvimento de padrões tais como o Comitê de Padronização da Informática Odontológica (SCDI) da Associação Dental Americana (ADA).

Haja vista a composição do orto-PEP tanto por dados imaginológicos quanto por não-imaginológicos, aventou-se a proposta de integração do DICOM, para imagens, e do HL7, para informações mais gerais e orientadas ao texto. Cabe ressaltar que esses padrões foram selecionados baseando-se em sua popularidade, visto que ambos representam os mais bem desenvolvidos e mais implementados no meio médico atualmente. A Associação Dental Americana (ADA), maior e mais influente da área em todo mundo, deve se encarregar da concepção e por uma mais alta especificação do padrão de prontuário eletrônico ortodôntico do paciente, coordenando a otimização do DICOM e do HL7 para a representação de dados ortodônticos específicos, bem como a harmonização entre os dois. O presente estudo detalha a proposta de supervisão pelo SCDI da ADA do desenvolvimento desse padrão mediante o uso do HL7 e do DICOM para dados textuais e imaginológicos, respectivamente.

O ADA, o HL7 e o DICOM foram selecionados com base em sua popularidade, suporte e implementação, já que representam os mais exímios padrões médicos disponíveis ao público atualmente em seus respectivos campos de atuação. Portanto, a utilização destes, bem como a supervisão de suas respectivas organizações garante mais certeza do sucesso da implementação aqui proposta.

Diversas fases da evolução dessas organizações incluem o processo de votação, no qual deve haver a aprovação de todos os membros. Este figura como um processo demorado que obriga o autor dessa obra a concentrar-se em uma parte específica do prontuário eletrônico do paciente: os cefalogramas, que nada mais são que raios-x do crânio tirados de modo a proporcionar a extração de medidas precisas a partir destes. A disposição de um padrão digital de cefalogramas não só propicia um ponto inicial para o desenvolvimento do padrão para orto-PEP, como também pode ser empregada na preservação de estudos de filmes de cefalogramas antigos e de grande importância, constituindo um esforço atual contínuo.

Dessa forma, esta dissertação representa a primeira milha no caminho para o desenvolvimento de um prontuário eletrônico ortodôntico do paciente, sendo a maior parte do trabalho realizada pelo SCDI da ADA – grupo do qual o presente autor é membro –, segundo o processo descrito no Capítulo 3.8.

Tencinando-se proceder a essa fase, o foco de um trabalho posterior deve recair sobre a inclusão da proposta aqui apresentada no escopo do próximo produto da DICOM. Concomitantemente, a integração dos elementos de que os ortodontistas necessitam armazenar em formato digital e aqueles oferecido pelo DICOM e pelo HL7 atualmente deve ser finalizados e utilizados para a elaboração de propostas futuras a esses padrões de modo que integrem os próximos produtos a serem lançados. Concluindo, cumpre a esse próximo estudo o direcionamento à disponibilização de uma implementação de nível superior assim como de uma documentação de utilização pelo SCDI da ADA.

## Referências

- Align Technology Inc. et al (2004). “Plan for digital orthodontic standards”. Initial proposals used to start an ADA SCDI working group.
- American Association of Orthodontics Foundation (1993). “Standards for digital storage, retrieval, and analysis of orthodontic records workshop report”. Technical Report, Bolton-Brush Growth Study Center, Cleveland, OH.
- American Dental Association (2004). “Proposed American Dental Association technical report no. 1023-Implementation requirements for DICOM in dentistry”. Technical Report, American Dental Association.
- Angle, E. H. (1907). *Treatment of Malocclusion of the Teeth*. S. S. White Manufacturing Company, Philadelphia, 7th edition.
- Baumrind, S. and Miller, D. (1980). “Computer-aided head film analysis: The University of California, San Francisco method”. In: *American Journal of Orthodontics*, 78, 41–65.
- Bearn, D. and Lowe, C. (2001). “Computer-aided learning in orthodontics: is there any out there?” In: *Journal of Orthodontics*, 28(4), 314–316.
- BeGole, E. A. (1980). “Software development for the management of cephalometric radiographic data.” In: *Computer Programs in Biomedicine*, 11(2), 175–82.
- Boston Public Health Commission (1998). “Dental standards of care”. <http://www.bphc.org>.
- Broadbent, B. H. (1931). “A new x-ray technique and its application to orthodontia”. In: *Angle Orthodontics*, 1, 45.
- Diehl, M. (2003). “American Dental Association Technical Report no. 1027 for the implementation guide for ANSI/ADA Specification no. 1000-The Electronic Health Record”. Technical Report, American Dental Association.
- Embi, P. J. (2001). “Information at hand: using handheld computers in medicine.” In: *Cleveland Clinic journal of medicine*, 68(10), 40–842, 845–846, 848–849.
- Fisher, B. (1957). *Clinical Orthodontics: A guide to the sectional method*. W. B. Saunders Company, Philadelphia.
- Graber, T. M. (1965). “Panoramic radiography in dentistry.” In: *Journal Canadian Dental Association*, 31, 158–173.
- Graber, T. M. (1967). “Diagnosis and panoramic radiography.” In: *American Journal of Orthodontics*, 53, 799–821.

- Graber, T. M. (1972). *Orthodontics: Principles and practice*. W. B. Saunders Company.
- Halazonetis, D. J. (1997). "Design and test orthodontic loops using your computer." In: *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopaedics*, (111), 237–241.
- Hans, M. G., O'Callaghan, S., ling Chen, H., Thomas, C., Palomo, J. M. and B. Holly Broadbent, J. (2003). "Standard for digital storage of cephalometric radiographs". In: J. A. Mcnamara (ed.) "Information Technology and Orthodontic Treatment", .
- Harrell, W. E., Stanford, S. and Bralower, P. (2005). "ADA initiates development of orthodontic informatic standards". In: *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, August, 153–156.
- Hauck, R. M. (1970). "Documentation of tooth movement by means of panoramic radiography." In: *American Journal of Orthodontics*, 57, 386–392.
- Hellman, M. (1932). "An introduction to growth of the human face from infancy to adulthood." In: *International Journal of Orthopedic Oral Surgery and Radiology*, 18, 777–798.
- Hofrath, H. (1931). "Die Bedeutung der Röntgenfern- und Abstandsaufnahme für die Diagnostik der Kieferanomalien". In: *Fortschr. Orthodont.*, 1, 232.
- Magni, A., de Oliveira Albuquerque, R., de Sousa Júnior, R. T., Hans, M. G. and Magni, F. G. (In Press). "Solving incompatibilities between orthodontic electronic patient records". In: *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*.
- Mixdorf, M. A. and Goldsworthy, R. E. (1996). "A history of computers and computerized imaging." In: *Radiologic technology*, 67(4), 291–6.
- National Electrical Manufacturers Associations (2004). "The DICOM standard". <http://medical.nema.org/>. URL <http://medical.nema.org>.
- National Electrical Manufacturers Associations (2005). "DICOM strategic document". <http://medical.nema.org/>, 1300 North 17th Street, Suite 1847, Rosslyn, VA 22209. URL <http://medical.nema.org/>.
- National Electrical Manufacturers Associations (2006). "The DICOM standard". <http://medical.nema.org/>. URL <http://medical.nema.org>.
- Noyes, F. B. (1911). "What should be the relation of the orthodontist and the dentist?" In: *Dental Cosmos*, 13, 69–70.
- Pacini, A. J. (1922). "Roentgen ray anthropometry of the skull". In: *J. Radiol.*, 42, 230, 322, 418.

- Phillis, H. R. (2003). "The road to paperless nirvana". <http://www.oc-j.com/>. URL <http://www.oc-j.com/dec03/Paperless.htm>.
- Ricketts, R. M. (1969). "The evolution of diagnosis to computerized cephalometrics." In: *American Journal of Orthodontics*, 55(6), 795–803.
- Sloan, R. F. (1980). "Computer applications in orthodontics." In: *International dental journal*, 30(3), 189–200.
- Szolovits, P. (1982). *Artificial Intelligence and Medicine*. Westview Press, Boulder, Colorado.
- The Health Level Seven (2003a). *HL7 Messaging Standard Version 2.5. An Application Protocol for Electrical Data Exchange for Healthcare Environments*.
- The Health Level Seven (2003b). "HL7 version 2: Xml encoding syntax, release 1". In: *ANSI*.
- The Health Level Seven (2005a). *The HL7 Development Framework*. The Health Level 7, 2.0.0 edition.
- The Health Level Seven (2005b). "Overview of health level seven". Mailed to Members.
- The Health Level Seven (2006). "HL7 V3 Guide". Unpublished. Ballots available at: <http://www.hl7.org/v3ballot/html/index.htm>.
- Viohl, J. (1981). "[status of national and international dental standards. 3. standards for preservative materials]". In: *Deutsche zahnärztliche Zeitschrift*, 36, 30–33.
- White, T. C., Gardiner, J. H. and Leighton, B. C. (1954). *Orthodontics for Dental Students*. Staples Press, London.
- Williams, L. J. and Thurow, R. C. (1973). "Computers in orthodontics." In: *American Journal of Orthodontics*, 63(5), 543–4.

## **APÊNDICE**

## A História da Especificação 1000

Os parágrafos a seguir foram extraídos de um *e-mail* do Sr. Mark Diehl, um dos principais colaboradores da Especificação 1000.

“A Especificação 1000 nasceu de um período de esforços envidados pela ADA entre 1994 e 1996. O escopo do trabalho patrocinado pela ADA foi originalmente limitado ao prontuário médico oral baseado em computador, o que depois chamamos de COHR. Este modelo de dados foi testado com sucesso em 1995 em uma base de dados de implantologia odontológica. Todavia, à medida em que imergimos na análise, descobrimos que era necessários um escopo muito mais amplo – primeiramente elaboramos um modelo o processo de serviço odontológico e percebemos que a odontologia compartilha muitas informações com outras profissões da área de saúde, devendo interagir com esses processos externos. Essa conclusão levou à resolução da *House of Delegates* em 1995 a respeito do acesso às informações médicas além das fronteiras profissionais e tradicionais – o que representa o centro das questões acerca da interoperabilidade de prontuários médicos eletrônicos suscitadas nos EUA nos últimos anos.

Após a prova de eficácia mostrada pelos testes e como a aceitação do público, trabalhos sobre padrões seguintes ampliou e aprimorou o modelo de dados do documento de 1996, resultando na Especificação 1000 de 1997-1999. As áreas de interesse foram selecionadas visando-se coincidir com os processos principais e os nomes de dados lógicos foram criados de modo genérico para que fossem mais largamente aplicados na área médica. Também propomos etiquetas XML, prevendo a necessidade destas nas arquiteturas orientadas ao serviço.

Com relação ao uso desses padrões... essa questão está intimamente relacionada à natureza dos padrões nos EUA. De aproximadamente vinte e quatro padrões de prontuários eletrônicos “reais”, nenhum foi de fato aceito pela indústria. Os fornecedores de PEPs reconhecem que, nos Estados Unidos, a adoção destes é voluntária – um dos princípios de nossa abordagem de “padrões de consenso voluntário”. Este diferencia-se daqueles encontrados em outras nações ou regiões tais como a Europa, onde há um envolvimento governamental profundo. Até agora não houve qualquer incentivo comercial para a adoção generalizada desses padrões. Nossos fornecedores de sistemas de informação médicos acham que o uso contínuo de soluções proprietárias mantém seu *status* de competição no mercado, sendo que eles sentem que seriam comprometidas a perda de propriedade intelectual e da natureza proprietária de suas soluções. Eles tam-

bém constataam que uma re-elaboração para tornar-se coerente com esse padrões envolveria um gasto considerável. Sendo assim, eles estão esperando para apresetnar padrões quando estes se adaptarem a seu ciclo vital de produto normal . Além disso, quanto os fornecedores demoram na aplicação da Especificação 100, eles relutam para anunciá-la devido á possível perda de vantagem competitiva.

Uma outra razão aventada por estes para essa demora é que a Especificação 100 é centrada no paciente, e não no procedimento, no custo ou até mesmo no evento, concentrando-se no resultado do tratamento médico em oposição ao custo de cuidado ou outro parâmetro de processo. Isto é singular nos diversos modelos de serviço médidos em todo mundo e o nosso sistema de saúde está evoluindo dessa maneira, sendo raro o caso de utilização do padrão já estar pronto seguindo as tendências do mercado. Sem incentivo ao mercado, a utilização da Especificação 1000 tem-se restringido à observação e prototipação pelos fornecedores, e à experimentação no meio acadêmico. Atualmente assistimos ao aumento do interesse por padrões devido às iniciativas do governo federal norte-americano na área de interoperabilidade de informações médicas; porém, os resultados que estas experimentarão são mais do incertos.

Atualmente há numerosos trabalhos derivados dessa especificação. A Especificação 1039, Modelo de Dados Clínicos Conceitual – *Clinical Data Model*–, retoma o conceito de 1996, sendo a base para a revisão da Especificação 1000. O modelo de processo foi melhorado – por exemplo, pela adição de um componente de saúde pública – pela ASTM, estando programado para votação mais adiante no segundo semestre. A ASTM também está produzindo um número de padrões de implementação derivados da Especificação 1000. O ASTM E2436 apresenta construtos de base de dados relacional de padrão para características humanas.

Há também um crescente interesse no mapeamento cruzado da Especificação 1000 com outros padrões compatíveis.

Dr. Mark Diehl”

## **B Exemplo de um *storyboard* do HL7**

O *Storyboard* a seguir serve à notificação de documentos originais do HL7.

“Um residente de patologia realiza um exame de dissecação no tecido obtido em um procedimento cirúrgico para a remoção da vesícula biliar de um paciente de 37 anos de idade. O patologista define um número de caso cirúrgico para o estudo e dita suas observações a um sistema de central. A narrativa produzida é exposta a um *transcrionista*, que codifica o texto para uma aplicação para o gerenciador de transcrição, a qual produz uma mensagem a partir do Gerenciado de Transcrição – *Transcription Manager* (RCMR\_AR000001) – para um caso especializado de uma aplicação de gerenciador de documento denominada sistema de patologia cirúrgica (RCMR\_AR000002).”(The Health Level Seven, 2006)

## **C Figures**

## D Conversão de Distâncias para Coordenadas

A IOD de Fiduciais Espaciais é capaz de armazenar somente coordenadas, ao passo que o grupo de Fiduciais SD Corner o faz como um conjunto de distâncias. Sendo assim, é imperativa a realização de uma conversão básica entre as distâncias e as coordenadas.

Considerando-se a configuração de Figura D.26 na página 111 quatro fiduciais e seis distâncias, os pontos  $A_1$  e  $A_2$  definidos como:

$$A_{1x} = 0$$

$$A_{1y} = 0$$

e escolhe-se arbitrariamente a sobreposição do eixo  $x$  sobre a  $d_1$  tal que

$$A_{2x} = d_1$$

$$A_{2y} = 0$$

Então,  $A_{3x}$  pode ser encontrado mediante a utilização de  $d_1, d_2$  e  $d_3$ :

$$A_{3x} = \frac{d_1^2 + d_2^2 - d_3^2}{2d_1}$$

e pela utilização do Teorema de Pitágoras, pode se chegar a  $A_{3y}$ :

$$A_{3y} = \sqrt{d_2^2 - A_{3x}^2}$$

De maneira bastante semelhante,  $A_4$  pode ser calculado por meio do emprego de  $d_1, d_4$  e  $d_5$ :

$$A_{4x} = \pm \frac{d_1^2 + d_4^2 - d_5^2}{2d_1}$$

$$A_{4y} = \pm \sqrt{d_4^2 - A_{4x}^2}$$

Agora deve ser utilizado o  $d_6$  para se encontrar os sinais de  $A_4$ .

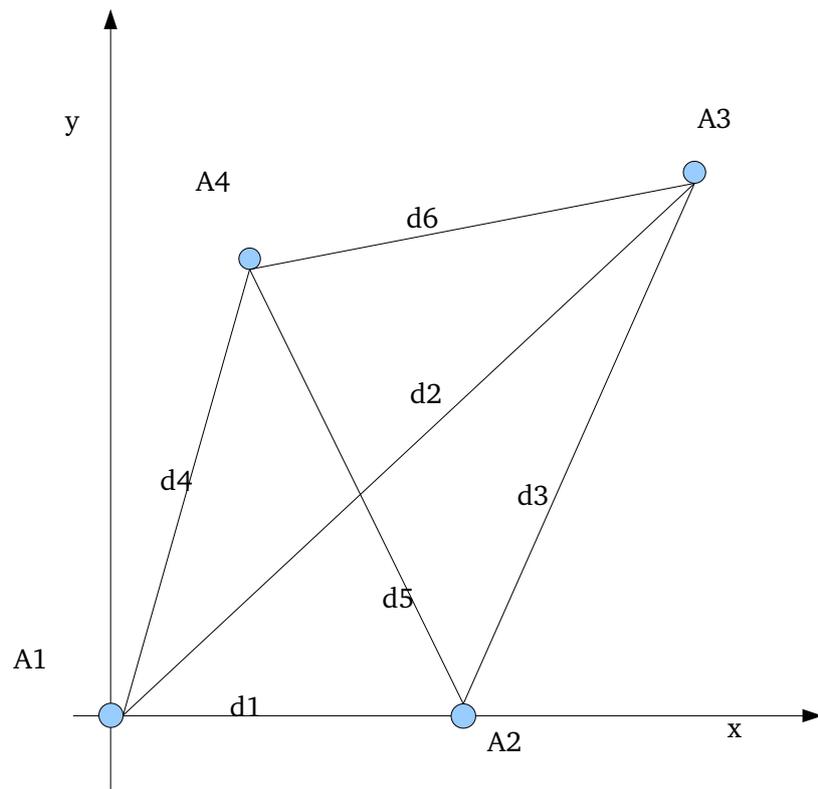


Figura D.26: As fiduciais e suas distâncias

## **E DX Image IOD Modules**

The following tables are the Module tables from the DX IOD which need special attention for cephalograms. This section does not contain the full DICOM documentation, nor does it report DICOM tables. Although similar, the tables in this Section do not contain the DICOM Attribute Description and do not directly refer to Macro Tables. We therefore recommend the reader to refer to the DICOM documentation Part 3 Annex A and C, which contain the complete version of these tables.

### **E.1 Patient Module (C.7.1.1)**

No modifications necessary. Refer to DICOM documentation.

### **E.2 Specimen Identification Module (C.7.1.2)**

No modifications necessary. Refer to DICOM documentation.

### **E.3 Clinical Trial Subject Module (C.7.1.3)**

No modifications necessary. Refer to DICOM documentation.

### **E.4 General StudyModule (C.7.2.1)**

No modifications necessary. Refer to DICOM documentation.

### **E.5 Patient StudyModule (C.7.2.2)**

No modifications necessary. Refer to DICOM documentation.

## E.6 Clinical Trial Study Module (C.7.3.2)

No modifications necessary. Refer to DICOM documentation.

## E.7 General Series Module (C.7.3.1)

No modifications necessary. Refer to DICOM documentation.

## E.8 Clinical Trial Series Module (C.7.3.2)

No modifications necessary. Refer to DICOM documentation.

## E.9 DX Series Module (C.8.11.1)

Attribute Name	Tag	Type	Notes
Modality	(0008,0060)	1	<b>Must be DX.</b>
Referenced Performed Procedure Step Sequence	(0008,1111)	1C	Same.
>Referenced SOP Class UID	(0008,1150)	1C	Same.
>Referenced SOP Instance UID	(0008,1155)	1C	Same.
Presentation Intent Type	(0008,0068)	1	<b>Must be "FOR PROCESSING".</b>

### E.9.1 Presentation Intent Type

This can be either "FOR PRESENTATION" or "FOR PROCESSING". For presentation is used when the image is not suitable for clinical use anymore (resolution too low, colors modified, or some other processing occurred). For the purpose of a cephalogram standard, in order for the cephalogram can be considered valid for clinical use, all requirements must be met, and therefore, this attribute must be set to "FOR PROCESSING". For non clinical use,

the cephalogram standard is not required.

#### **E.10 Frame of Reference Module (C.7.4.1)**

No modifications necessary. Refer to DICOM documentation.

#### **E.11 General Equipment Module (C.7.5.1)**

No modifications necessary. Refer to DICOM documentation.

#### **E.12 General Image Module (C.7.6.1)**

Attribute Name	Tag	Type	Notes
Instance Number	(0020,0013)	2	Same.
Patient Orientation	(0020,0020)	2C	Same.
Content Date	(0008,0023)	2C	Same.
Content Time	(0008,0033)	2C	Same.
Image Type	(0008,0008)	3	Same.
Acquisition Number	(0020,0012)	3	Same.
Acquisition Date	(0008,0022)	3	Same.
Acquisition Time	(0008,0032)	3	Same.
Acquisition DateTime	(0008,002A)	3	Same.
Referenced Image Sequence	(0008,1140)	3	
>Referenced SOP Class UID	(0008,1150)	1	
>Referenced SOP Instance UID	(0008,1155)	1	
>Referenced Frame Number	(0008,1160)	3	
>Purpose of Reference Code Sequence	(0040,A170)	3	
Derivation Description	(0008,2111)	3	Same. See E.12.1 na página 116.

Attribute Name	Tag	Type	Notes
Derivation Code Sequence	(0008,9215)	3	Same. See E.12.1 na página seguinte.
Source Image Sequence	(0008,2112)	3	
>Referenced SOP Class UID	(0008,1150)	1	
>Referenced SOP Instance UID	(0008,1155)	1	
>Referenced Frame Number	(0008,1160)	3	
>Purpose of Reference Code Sequence	(0040,A170)	3	Not used, since image is not derived.
Referenced Waveform Sequence	(0008,113A)	3	Not used.
>Purpose of Reference Code Sequence	(0040,A170)	3	Not used.
Images in Acquisition	(0020,1002)	3	
Image Comments	(0020,4000)	3	
Quality Control Image	(0028,3000)	3	Normally "NO", "YES" if phantom scan or other test type image.
Burned in Annotations	(0028,0301)	3	Indicates whether or not image contains sufficient burned in annotation to identify the patient and date the images was acquired. YES/NO.
Lossy Image Compression	(0028,2110)	3	Same.
Lossy Image Compression Ratio	(0028,2112)	3	Same.
Lossy Image Compression Method	(0028,2114)	3	Same.
Icon Image Sequence	(0088,0200)	3	Same.
Presentation LUT Shape	(2050,0020)	3	Same.
Irradiation Event UID	(0008,3010)	3	Same.

### **E.12.1 Derivation Description**

Cephalograms are not derived images. Derived images are images that have been processed in a way that the information contained within the image has changed. Even in the case when a film cephalogram is scanned into digital format, this is not considered derived.

### E.13 Image Pixel Module (C.7.6.3)

Attribute Name	Tag	Type	Notes
Samples per Pixel	(0028,0002)	1	<b>Set to "1" for grayscale.</b>
Photometric Interpretation	(0028,0004)	1	<b>Defines the minimum sample value to be white or black. Must be either "MONOCRHOME1" or "MONOCRHOME2".</b>
Rows	(0028,0010)	1	<b>Must be greater than or equal to 1536.</b>
Columns	(0028,0011)	1	<b>Must be greater than or equal to 1024.</b>
Bits Allocated	(0028,0100)	1	<b>Must be 16.</b>
Bits Stored	(0028,0101)	1	<b>Must be 12.</b>
High Bit	(0028,0102)	1	
Pixel Representation	(0028,0103)	1	
Pixel Data	(7FE0,0010)	1	Data Stream comprising the image.
Planar Configuration	(0028,0006)	1C	<b>N/A. Must be omitted.</b>
Pixel Aspect Ratio	(0028,0034)	1C	<b>N/A. Must be omitted.</b>
Smallest Image Pixel Value	(0028,0106)	3	<b>Not necessary, can be found from image data.</b>
Largest Image Pixel Value	(0028,0107)	3	<b>Not necessary, can be found from image data.</b>
RGB Palette Color Lookup Table Descriptor	(0028,1101), (0028,1102), (0028,1103)	1C	<b>N/A. Must be omitted.</b>
RGB Palette Color Lookup Table Data	(0028,1201), (0028,1202), (0028,1203),	1C	<b>N/A. Must be omitted.</b>

**E.14 Contrast/Bolus (C.7.6.4)**

**E.15 Display Shutter Module (C.7.6.11)**

**E.16 Device Module (C.7.6.12)**

**E.17 Intervention Module (C.7.6.13)**

**E.18 DX Anatomy Imaged Module (C.8.11.2)**

**E.19 DX Image Module (C.8.11.3)**

**E.20 DX Detector Module (C.8.11.4)**

Important attributes here are: FOV shape/dimensions/offset/rotation/flip, Imager Pixel Spacing (required)

**E.21 X-Ray Collimator Module (C.8.7.3)**

**E.22 DX Positioning Module (C.8.11.5)**

C.8.11.5.1.2 Patient Orientation Code Sequence: don't understand. Need to clarify. Also View Code Sequence (same place). Could this be used to define the patient orientation with respect to the x-ray beam?

<b>Attribute Name</b>	<b>Tag</b>	<b>Type</b>	<b>Notes</b>
Projection Eponymous Name Code Sequence	(0018,5104)	3	Same.
Patient Position	(0018,5100)	3	Not used (only prone, decubitus and supine options, which are useless)

<b>Attribute Name</b>	<b>Tag</b>	<b>Type</b>	<b>Notes</b>
View Position	(0018,5101)	3	Radiographic view of the image relative to the imaging subject's orientation.
View Code Sequence	(0054,0220)	<b>1C</b>	Sequence that describes the projection of the anatomic regions of interest.
>View Modifier Code Sequence	(0051,0222)	3	<b>N/A. Must be omitted.</b>
Patient Orientation Code Sequence	(0054,0410)	3	<b>Either omitted or set Code Sequence to SNM3 F-10440 ERECT.</b>
>Patient Orientation Modifier Code Sequence	(0054,0412)	3	<b>Either omitted or set Code Sequence to SNM3 F-10320 STANDING.</b>
Patient Gantry Relationship Code	(0054,0414)	3	<b>N/A. Must be omitted.</b>
Distance Source to Patient	(0018,1111)	<b>1C</b>	<b>Distance in mm from source to center of patient, as measured along the central ray of the X-Ray beam. Required if Estimated Radiographic Magnification Factor (0018,1114) is not present.</b>

<b>Attribute Name</b>	<b>Tag</b>	<b>Type</b>	<b>Notes</b>
Distance Source to Detector	(0018,1110)	1C	<b>Distance in mm from source to detector center as measured along the central ray of the X-Ray beam. Required if Estimated Radiographic Magnification Factor (0018,1114) is not present.</b>
Estimated Radiographic Magnification Factor	(0018,1114)	1C	<b>Ratio of Distance Source to Detector over Distance Source to Patient. Required if either Distance Source to Detector (0018,1110) or Distance Source to Patient (0018,1111) is missing.</b>
Positioner Type	(0018,1508)	1	<b>Must be CEPHALOGRAM</b>
Positioner Primary Angle	(0018,1510)	1	<b>Position of the X-Ray beam about the patient. See E.22.2 na página 122</b>
Positioner Secondary Angle	(0018,1511)	1	<b>Position of the X-Ray beam about the patient. See E.22.2 na página 122</b>
Detector Primary Angle	(0018,1530)	3	Same.
Detector Secondary Angle	(0018,1531)	3	Same.
Column Angulation	(0018,1450)	3	<b>N/A. Must be omitted.</b>
Table Type	(0018,113A)	3	<b>Must be FIXED or omitted.</b>
Table Angle	(0018,1138)	3	<b>N/A. Must be omitted.</b>

Tabela E.5: Standard cephalogram Primary and Secondary Angle values.

SNM3 code	Prim. Angle	Sec. Angle	Comments
R-10206	0	0	antero-posterior
R-10214	+/-180	0	postero-anterior
R-10232	-90	0	right lateral
R-10236	+90	0	left lateral

Attribute Name	Tag	Type	Notes
Body Part Thickness	(0018,11A0)	3	<b>N/A. Must be omitted.</b>
Compression Force	(0018,11A2)	3	<b>N/A. Must be omitted.</b>

### E.22.1 View Code Sequence

View Code Sequence (0054,0220) describes the projection of the anatomic region or orientation. It includes a Code Sequence Macro, in which one of the following shall be specified.

```
SNM3 R-10206 antero-posterior
SNM3 R-10208 antero-posterior oblique
SNM3 R-10210 right posterior oblique
SNM3 R-10212 left posterior oblique
SNM3 R-10214 postero-anterior
SNM3 R-10216 postero-anterior oblique
SNM3 R-10218 right anterior oblique
SNM3 R-10220 left anterior oblique
SNM3 R-10232 right lateral
SNM3 R-10234 right oblique
SNM3 R-10236 left lateral
SNM3 R-10238 left oblique
```

These values should be consistent with Positioner Primary Angle (0018,1510) and Positioner Secondary Angle (0018,1511) especially when they are not one of the four described in Tabela E.5.

### **E.22.2 Positioner Angles**

Positioner Primary and Secondary Angle, (0018,1510) and (0018,1511), are used to describe the patient orientation. Since the patient orientation defines the projection, these values are very important for the correct determination of the distances on the x-ray image.

Most cephalograms are performed at fixed and standardized positions, such as the ones described in Tabela E.5 na página anterior. However, the standard leaves room for oblique cephalograms as well, as long as their angle of obliqueness is known. With such angle it is in fact possible to compute the distortion introduced by the rotation.

The cephalostat only allows for rotation about the transmeatal axis. Hence, the axis of rotation can only be the axis that passes through the ears (transmeatal). Therefore it shall be defined as zero degrees the direction parallel to the Frankfort plane: 180 degrees if the patient has its back towards the x-ray source and 0 degree when the patient is facing the x-ray beam. Positive angles indicate a rotation such that the patient is looking downward, negative angles indicate a rotation such that the patient is looking upward.

**E.23 X-Ray Tomo Acquisition Module (C.8.7.7)**

**E.24 X-Ray Acquisition Dose Module (C.8.7.8)**

**E.25 X-Ray Generation Module (C.8.7.9)**

**E.26 X-Ray Filtration Module (C.8.7.10)**

**E.27 X-Ray Grid Module (C.8.7.11)**

**E.28 Overlay Plane Module (C.9.2)**

**E.29 VOI LUT Module (C.11.2)**

**E.30 Image Histogram Module (C.11.5)**

**E.31 Acquisition Context Module (C.7.6.14)**

I still don't understand this module. I should probably leave it untouched.

**E.32 SOP Common Module (C.12.1)**

<b>Attribute Name</b>	<b>Tag</b>	<b>Type</b>	<b>Notes</b>
SOP Class UID	(0008,0016)	1	<b>Must be "1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1.1.1", which stands for Digital X-Ray Storage - For Processing.</b>
SOP Instance UID	(0008,0018)	1	Same.



#### **F.4 General StudyModule (C.7.2.1)**

No modifications necessary. Refer to DICOM documentation.

#### **F.5 Patient StudyModule (C.7.2.2)**

No modifications necessary. Refer to DICOM documentation.

#### **F.6 Clinical Trial Study Module (C.7.3.2)**

No modifications necessary. Refer to DICOM documentation.

#### **F.7 General Series Module (C.7.3.1)**

No modifications necessary. Refer to DICOM documentation.

#### **F.8 Clinical Trial Series Module (C.7.3.2)**

No modifications necessary. Refer to DICOM documentation.

#### **F.9 Spatial Fiducials Series Module (C.21.1)**

No modifications necessary. Refer to DICOM documentation.

Note, however, that this is a mandatory module, and has only one *Modality* (0008,0060) Attribute, which must be, according to DICOM, set to “FID”.

#### **F.10 General Equipment Modules (C.7.5.1)**

No modifications necessary. Refer to DICOM documentation.

## F.11 Spatial Fiducials Module (C.21.2)

Attribute Name	Tag	Type	Notes
Content Date	(0008,0023)	1	Same.
Content Time	(0008,0033)	1	Same.
Instance Number	(0020,0013)	1	Same.
Content Label	(0070,0080)	1	Same.
Content Description	(0070,0081)	2	Same.
Content Creator's Name	(0070,0084)	2	Same.
Fiducial Set Sequence	(0070,031C)	1	Same. (VR: SQ)
>Frame of Reference UID	(0020,0052)	1	<b>UID of dummy image used as our physical space.</b>
>Referenced Image Sequence	(0008,1140)	1C	Same.
>Fiducial Sequence	(0070,031E)	1	Same.
>>Fiducial Identifier	(0070,0310)	1	Same.
>>Fiducial Identifier Code Sequence	(0070,0311)	1C	Same.
>>Fiducial UID	(0070,031A)	3	Same.
>>Fiducial Description	(0070,030F)	3	Same.
>>Shape Type	(0070,0306)	1	A CS that must be "POINT", for typical SB Corner Fiducials, but can be anything. Refer to DICOM.
>>Number of Contour Points	(3006,0046)	1C	Shouldn't be necessary, if Shape Type (0070,0306) is POINT.
>>Contour Data	(3006,0050)	3	Shouldn't be necessary, if Shape Type (0070,0306) is POINT.
>>Contour Uncertainty Radius	(0070,0312)	3	Shouldn't be necessary, if Shape Type (0070,0306) is POINT.
>>Graphic Coordinates Data Sequence	(0070,0318)	1C	

<b>Attribute Name</b>	<b>Tag</b>	<b>Type</b>	<b>Notes</b>
>>>Graphic Data	(0070,0022)	1	Coordinates of fiducial point. Should be stored as X,Y in a concatenation of two 32-bit floating point singles, as specified by IEEE 754:1985.
>>>Referenced Image Sequence	(0008,1140)	1	The image this fiducial set refers to.

### **F.11.1 Contour Data**

The Contour Data (3006,0050) is used to specify the shape of the fiducials, if they are not a single point. The standard even offers a way to store the Uncertainty Radius (0070,0312) if necessary.

In the case of SB Corner Fiducials punched on films before scanning, this feature should not be necessary, as the fiducials are point like and should appear only as a few pixels on the image itself.

### **F.12 Common Instance Reference Module (C.12.2)**

### **F.13 SOP Common Module (C.12.1)**

No modifications necessary. Refer to DICOM documentation.