

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA
ELÉTRICA

PROPOSTA E IMPLEMENTAÇÃO DE
UM PADRÃO PARA SOFTWARES
ORTODÔNTICOS

ANTONIO FERDINANDO MAGNI

ORIENTADOR: PROF. RAFAEL TIMÓTEO DE SOUSA JUNIOR

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

PUBLICAÇÃO: PPGENE.DM - 267/06

BRASÍLIA/DF: AGOSTO – 2006

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

PROPOSTA E IMPLEMENTAÇÃO DE UM PADRÃO PARA
SOFTWARES ORTODÔNTICOS

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:

RICARDO STACIARINI PUTTINI, Doutor
(ORIENTADOR)

PAULO ROBERTO DE LIRA GONDIM, Doutor
(EXAMINADOR INTERNO)

LI WEIGANG, PhD
(EXAMINADOR EXTERNO)

BRASÍLIA/DF, 24 DE AGOSTO DE 2006

FICHA CATALOGRÁFICA

MAGNI, ANTONIO FERDINANDO

Proposta e implementação de um padrão para softwares ortodônticos [Distrito Federal] 2006
146p., 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). Proposta e implementação de um padrão para softwares ortodônticos. Dissertação de Mestrado, Publicação PPGENE.DM - 267/06, Departamento de Engenharia Elétrica, Univesidade de Brasília, DF, 146p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Antonio Ferdinando Magni

TÍTULO: Proposta e implementação de um padrão para softwares ortodônticos

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: 73251-060 - Sobradinho, DF - Brasil

Dedico este trabalho a Franco Magni, cuja existência foi a razão de sua criação, e a Alexandros Moullas, pela inspiração da idéia inicial.

Dedico-o também a meu avô, Nandino Magni, aos meus pais, e ao restante de minha família.

Agradeço a meus pais pelo imensurável apoio moral e financeiro; à Jana, à Lina e ao Alcio-mar, pelo apoio moral.

E, na parte técnica, ao Sr. Emerson Ribeiro, pela magnífica tradução e redação; ao Prof. Robson, por ser meu co-orientador voluntário; a Franco Magni, a Mark Hans, a Allan Farman, a David Clunie *for your professional advice*; à equipe do LabRedes: ao Rafael, por ter-me ajudado em momentos difíceis e concedido-me a oportunidade de trabalhar com o assunto abordado; ao Rafael, à Adriana e ao Wesley, pela infraestrutura e aconselhamento; ao L^AT_EX pela a sua confiabilidade.

Este trabalho foi composto em inglês pelo autor e posteriormente traduzido para a língua portuguesa para o Sr. Emerson Ribeiro.

RESUMO

PROPOSTA E IMPLEMENTAÇÃO DE UM PADRÃO PARA SOFTWARES ORTODÔNTICOS

Autor: Antonio Ferdinando Magni

Orientador: Prof. Rafael Timóteo de Sousa Junior

Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica

Brasília, mês de agosto (2006)

Atualmente, a troca de informações ortodônticas de pacientes entre sistemas de *software* diferentes tem-se mostrado um desafio, tendo em vista que não há um padrão desenvolvido especificamente para o campo da ortodontia. Nesse sentido, a utilização generalizada de sistemas informáticos médicos tem evidenciado a necessidade de concentrar-se nesse problema com mais atenção. Dessa forma, este trabalho tenciona propor uma metodologia detalhada acerca do procedimento para a criação de um padrão de prontuário eletrônico ortodôntico do paciente por meio da integração de três organizações de desenvolvimento de padrões de informática médicos bem estabelecidas, quais sejam, a *Health Level Seven*, a *DICOM* e o Comitê de Desenvolvimento de Padrões (SCDI) da Associação Dental Americana (ADA). Limita-se seu escopo aos cefalogramas digitais – componente fundamental do prontuário clínico ortodôntico – mediante a proposição de um padrão para cefalogramas digitais e de uma implementação em JAVA para este. Assim sendo, este estudo contribui de maneira prática para o desenvolvimento de um padrão informático ortodôntico, incidindo, assim, diretamente na interoperabilidade de *softwares* ortodônticos.

ABSTRACT

PROPOSAL AND IMPLEMENTATION OF AN 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)

As of today the exchange of orthodontic clinical information between different software systems is a challenge: there is no standard written or developed specifically for orthodontics. The widespread use of medical informatics systems has caused this problem to require immediate attention. This work proposes a detailed methodology on how to proceed to create an orthodontic electronic patient record standard by integrating three well established and developed medical informatics standard developing organizations: HL7, DICOM and the ADA Standards Developing Committee (SCDI). It then limits its scope to digital cephalograms, a fundamental part of the orthodontic clinical record, by proposing a standard for digital cephalogram, and a JAVA implementation of it. This work offers a practical contribution to the development of an orthodontic informatics standard, hence addressing directly orthodontic software interoperability.

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	1
1.1 - OBJETIVOS	5
1.2 - ESTRUTURA	6
2 - A ORTODONTIA E SEUS DADOS DE DIAGNÓSTICO	7
2.1 - A ORTODONTIA	7
2.2 - DADOS NÃO-IMAGINOLÓGICOS	8
2.2.1 - Demografia	8
2.2.2 - Histórico de caso	8
2.2.3 - Dados Clínicos da Consulta	11
2.3 - DADOS IMAGINOLÓGICOS	15
2.3.1 - Radiografias intraorais e panorâmicas	15
2.3.2 - Cefalogramas	16
2.3.2.1 - Cefalômetros	18
2.3.2.2 - A magnificação	19
2.3.2.3 - As fiduciais SB	20
2.3.3 - Traçados (análise cefalométrica)	20
2.3.4 - Tomografia (TCFC)	21
2.3.5 - Modelos dentários	22
2.3.6 - Fotografias	22
2.4 - AS DEMANDAS ATUAIS DOS ORTODONTISTAS	24
3 - AVALIAÇÃO DO PADRÃO	26
3.1 - A CRIAÇÃO DE UM PADRÃO DE INFORMÁTICA	26
3.1.1 - Formação de uma comunidade	26
3.1.2 - Definição de domínio	27
3.1.3 - A pesquisa	28
3.1.4 - Definição da tecnologia	28
3.1.5 - Construção do padrão	29
3.1.6 - Votação e disponibilização	29
3.1.7 - Implementação e testagem	29
3.2 - O HEALTH LEVEL SEVEN (HL7)	30
3.2.1 - A organização	30
3.2.2 - O padrão	31
3.2.2.1 - A versão 2.x (v2)	32
3.2.2.2 - A Versão 3 (v3)	34
3.2.3 - Blocos principais da v3	35
3.2.3.1 - Componentes estáticos	35

3.2.3.2 - Componentes dinâmicos	38
3.2.4 - Refinando o HL7	40
3.2.4.1 - Início do projeto	41
3.2.4.2 - Documentação de requisitos	41
3.2.4.3 - Modelagem de especificação	42
3.2.4.4 - Documentação da especificação	42
3.2.4.5 - Aprovação de especificação	42
3.2.4.6 - Publicação da especificação	43
3.2.4.7 - Definição do perfil da implementação	43
3.2.5 - Comparando o HL7 a outros padrões existentes	43
3.3 - O HL7 E OS DADOS ELETRÔNICOS	44
3.3.1 - A implementação de um padrão em HL7	44
3.3.1.1 - O Início do projeto	45
3.3.1.2 - A documentação de requisitos	45
3.3.1.3 - A modelagem de especificação	49
3.3.1.4 - A documentação de especificação	51
3.3.1.5 - A aprovação da especificação	52
3.3.1.6 - A publicação da especificação	52
3.3.1.7 - A definição do perfil da implementação	52
3.3.2 - Imagens e outros dados binários	53
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	57
3.4.3 - Blocos principais do DICOM	61
3.4.3.1 - Definições de objeto de imagem (IODs)	61
3.4.3.2 - Módulos e macros	62
3.4.3.3 - Especificação de classe de serviço	62
3.4.3.4 - Classes de par serviço-objeto (PSO)	63
3.4.3.5 - Grupo de serviço	64
3.4.3.6 - Elemento de serviço de mensagem DICOM (DIMSE)	64
3.4.3.7 - Atributos	64
3.4.4 - O refinamento do DICOM	64
3.4.5 - Comparação do DICOM com outros padrões	65
3.5 - O DICOM E OS DADOS ORTODÔNTICOS	66
3.6 - O COMITÊ DE PADRONIZAÇÃO DA INFORMÁTICA ODONTOLÓGICA (SCDI) DA ADA	66
3.6.1 - A organização: o SCDI	67

3.6.2 - O padrão: a especificação 1000	67
3.6.3 - Comparação do padrão do SCDI com outros padrões	68
3.7 - O SCDI E OS DADOS ORTODÔNTICOS	69
3.8 - RESUMO	69
4 - PROPOSTA E DESENVOLVIMENTO DE UM PADRÃO PARA DADOS ELE- TRÔNICOS ORTODÔNTICOS	71
4.1 - A PROPOSTA DE UM PADRÃO DE PRONTUÁRIO ELETRÔNICO DO PACIENTE	72
4.1.1 - Avaliação do HL7, do DICOM e da especificação 1000 da ADA	72
4.1.1.1 - Utilidade do HL7	73
4.1.1.2 - Utilidade do DICOM	73
4.1.1.3 - Utilidade do SCDI e da especificação 1000	74
4.1.2 - Estrutura do grupo de trabalho	74
4.1.2.1 - Sub-grupo DICOM	74
4.1.2.2 - Sub-grupo HL7	75
4.1.2.3 - Sub-grupo documentação	76
4.1.2.4 - Sub-grupo conformidade	77
4.1.3 - Processo de elaboração	77
4.1.3.1 - O planejamento	80
4.1.3.2 - A elaboração	81
4.1.3.3 - A integração	81
4.1.4 - Resumo da proposta	81
4.2 - PROPOSTA DE PADRÃO PARA CEFALOGRAMAS DIGITAIS	82
4.2.1 - Requisitos para Cefalogramas Digitais	83
4.2.1.1 - Dados demográficos do paciente	83
4.2.1.2 - A magnificação	84
4.2.1.3 - Orientação	84
4.2.1.4 - Fiduciais SB	85
4.2.1.5 - Resolução	86
4.2.1.6 - Manual de implementação	86
4.2.2 - O uso do DICOM para cefalogramas digitais	87
4.2.2.1 - A magnificação	87
4.2.2.2 - Orientação	89
4.2.2.3 - Fiduciais SB	90
4.2.3 - Análise de lacuna	91
4.2.3.1 - Uma Observação sobre o Ângulo Posicionador Secundário (0018,1511)	91

4.2.4 - Uma proposta de um padrão para o armazenamento e transferência de cefalogramas digitais	92
4.2.4.1 - Introdução	93
4.2.4.2 - Considerações gerais	93
4.2.4.3 - Especificação de conformidade	95
4.2.4.4 - A resolução	96
4.2.4.5 - O conjunto de cefalogramas	97
4.2.4.6 - O posicionamento do paciente	97
4.2.4.7 - As fiduciais	100
4.2.5 - dcm4ceph: uma Implementação em JAVA	101
4.2.5.1 - A implementação de Requisitos	105
4.2.5.2 - A tecnologia	106
4.2.5.3 - Os módulos	108
4.2.5.4 - A utilização	108
4.2.5.5 - A orientação da imagem	109
4.2.5.6 - Resultados da implementação	110
5 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	116
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
APÊNDICE	
A - HISTÓRIA DA ESPECIFICAÇÃO 1000	123
B - EXEMPLO DE UM <i>STORYBOARD</i> DO HL7	125
C - CONVERSÃO DE DISTÂNCIAS PARA COORDENADAS	126
D - USANDO O \LaTeX PARA FORMATAR ESTA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO	129
D.1 - PROGRAMAS DE PROCESSAMENTO DE TEXTO	129
D.2 - O PACOTE <code>unbft</code>	130

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.2 - Quadro resumo de comparação das organizações analisadas.	69
Tabela 3.3 - Quadro resumo de comparação dos padrões analisados.	70
Tabela 4.4 - DX Series Module (C.8.11.1)	93
Tabela 4.5 - General Image Module (C.7.6.1)	94
Tabela 4.6 - SOP Common Module (C.12.1)	95
Tabela 4.7 - Image Pixel Module (C.7.6.3)	96
Tabela 4.8 - DX Detector Module (C.8.11.4)	97
Tabela 4.9 - DX Positioning Module (C.8.11.5)	98
Tabela 4.10 - Ângulo primário e secundário para cefalogramas padrão.	100
Tabela 4.11 - Spatial Fiducials Module (C.21.2)	102

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - Não há um modo fácil e direto de os ortodontistas compartilharem prontuários eletrônicos de pacientes (PEPs) entre si (Ilustração por Jô Oliveira).	2
Figura 1.2 - Não há um modo prevaemente de dois ou mais programas ortodônticos acessarem o mesmo grupo de PEPs (Ilustração por Jô Oliveira).	2
Figura 1.3 - Figura ilustrativa que mostra os varios cefalogramas coletados a idades diferentes.	5
Figura 2.4 - Questionário utilizado para a coleta de dados sobre histórico de caso do paciente. Página 1/2 (Cortesia do Prof. Franco Magni).	9
Figura 2.5 - Questionário utilizado para coleta de dados sobre histórico de caso. Página 2/2 (Cortesia do Prof. Franco Magni).	10
Figura 2.6 - Formulário utilizado para a coleta de dados relevantes à consulta de rastreamento clínico da articulação têmporo-mandibular. (Cortesia do Prof. Franco Magni).	12
Figura 2.7 - Formulário utilizado para o armazenamento de dados reunidos durante a primeira consulta do paciente. (Cortesia do Prof. Franco Magni).	13
Figura 2.8 - Prontuário clínico do paciente compilado a partir dos dados da primeira consulta. (Cortesia do Prof. Franco Magni).	14
Figura 2.9 - Radiografia panorâmica. (Cortesia de Prof. Franco Magni.)	15
Figura 2.10 - Cefalogramas. (Cortesia do Prof. Franco Magni.)	16
Figura 2.11 - Traçado do contorno anatômico e planos cefalométricos. (Cortesia do Prof. Franco Magni.)	20
Figura 2.12 - Modelo dentário regular e simétrico finalizado. (Cortesia do Prof. Franco Magni.)	22
Figura 2.13 - Fotografias extra-orais. (Cortesia do Prof. Franco Magni)	23
Figura 2.14 - Fotografias intra-orais. (Cortesia do Prof. Franco Magni.)	23
Figura 3.15 - Ciclo de refinamento do HL7	40
Figura 3.16 - Exemplo de um diagrama de atividade do HL7[1]	47
Figura 3.17 - Exemplo de Modelo de Análise de Domínio HL7.[1]	48
Figura 3.18 - Exemplo de Diagrama de Colaboração UML.[1]	50
Figura 3.19 - Exemplo de Diagrama de Seqüência UML[1]	50
Figura 3.20 - Exemplo de um Esquema de Especificação de Vocabulário.[1]	51
Figura 3.21 - Modelo de comunicação geral do DICOM [2, PS 3.1](Cortesia National Electric Manufacturing Association (NEMA)).	59
Figura 3.22 - Estrutura Principal do DICOM	60
Figura 3.23 - Estrutura de Definição de Objeto de Informação (IOD)	62
Figura 4.24 - Interações do subgrupo DICOM e outros grupos de trabalho.	75
Figura 4.25 - Interações do subgrupo do HL7 e outros grupos de trabalho.	75

Figura 4.26 - Interações do subgrupo de documentação e outros grupos de trabalho.	76
Figura 4.27 - Interações do subgrupo de conformidade com outros grupos de trabalho.	77
Figura 4.28 - Estrutura básica das organizações para o desenvolvimento do padrão para um orto-PEP.	78
Figura 4.29 - Diagrama de atividade do processo de elaboração do orto-PEP proposto.	79
Figura 4.30 - Diagrama de classe do <i>org.antoniomagni.dcm4ceph</i> . O diagrama mostra todos os modulos e a relação entre si.	103
Figura 4.31 - Diagrama de atividade do <i>org.antoniomagni.dcm4ceph--tool-ceph2dcm</i>	104

ABREVIACOES E SIGLAS

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.
ITS	Implementation Technology Specifications.
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.
SOP Instance	DICOM: Service-Object Pair Instance.

1 – INTRODUÇÃO

Este trabalho visa solucionar o grande problema de interoperabilidade existente no campo da ortodontia. Por meio de um estudo de padrões de informática médica, o autor apresenta uma proposta de processo para o desenvolvimento de padrão informático, uma parte deste e um programa que o implemente. Esses trabalhos representam um passo importante para a garantia de interoperabilidade entre *softwares* ortodônticos.

Nas últimas décadas, a computação passou a ser utilizada em quase todos os campos da medicina [3, 4, 5]. As vantagens de sua utilização na prática da ortodontia têm sido evidentes para várias aplicações [6, 7, 8, 9, 10], tais como digitalizar raios-x, desenhar traçados e tirar medidas automaticamente, elaborar modelos de crescimento dentário de pacientes [11, 12], armazenar imagens dos pacientes, instalar aparelhos ortodônticos automaticamente, entre outras. O rápido desenvolvimento e proliferação de *hardware* têm possibilitado a realização de operações cada vez mais complexas, obrigando os fornecedores de *softwares* a atender imediatamente à demanda dos usuários. A princípio, acreditava-se que uma empresa logaria criar uma solução que satisfizesse 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 concorrência¹. Depois de alguns anos, com diversos *softwares* de alta qualidade no mercado, a necessidade de troca de dados eletrônicos ganhou importância.

No entanto, 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 um modo fácil e direto de os ortodontistas compartilharem prontuários eletrônicos de pacientes (PEPs) entre si (Figura 1.1);
2. Não há um modo prevalecente de dois ou mais programas ortodônticos acessarem o mesmo grupo de PEPs (Figura 1.2).

O primeiro caso pode ser ilustrado com o seguinte exemplo. Um ortodontista recém-formado decide recorrer a uma colega mais experiente para dirimir uma dúvida clínica. Esta solicita o envio do prontuário do paciente para análise. As informações do PEP contido no programa de gerenciamento do doutor² não são colocadas à disposição da doutora, pois esta utiliza outro programa. Após inúmeras tentativas fracassadas, não se consegue enviar os dados

¹Esse argumento firma-se na observação de características de programas ortodônticos comerciais.

²Impressões, raios-x, traçados, anotações, etc.



Figura 1.1: Não há um modo fácil e direto de os ortodontistas compartilharem prontuários eletrônicos de pacientes (PEPs) entre si (Ilustração por Jô Oliveira).



Figura 1.2: Não há um modo prevaletente de dois ou mais programas ortodônticos acessarem o mesmo grupo de PEPs (Ilustração por Jô Oliveira).

em formato compatível. Logo, resolve-se imprimir as informações passíveis de impressão e proceder à análise do material. Todavia, 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 *softwares* não permitem visualização, o que obriga a resolução do problema mediante o deslocamento físico dos ortodontistas ou do paciente para a repetição de exames. Nessa situação, encontram-se impossibilitados os serviços à distância, que constituem parte da tele-medicina, domínio do conhecimento de enorme potencial, dos pontos de vista médico, econômico e social, graças ao emprego de 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, terminando por encontrar um programa de gerenciamento de pacientes que satisfaz as suas necessidades.

Entretanto, ele descobre que 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 este não se comunica com o *software* mais antigo já instalado em sua clínica! Isto importa o trabalho de se manter manualmente atualizados dois bancos de dados separados com as mesmas informações demográficas, um para cada *software*. Prontuários incoerentes, podem fazer uma grande diferença de uma perspectiva ortodôntica, sem contar os problemas jurídicos e legais decorrentes.

Considerando que os programas de computadores destinam-se 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 o porquê de os fornecedores relutarem 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 [1], ver Seção. 3.2) para dados não-imaginológicos e o DICOM [13] (Ver Seção. 3.4) para dados imaginológicos (consultar Figura 4.28). A integração dos dois será coordenada e publicada pelo *Standards Committee for Dental Informatics* (SCDI) da Associação Dental Americana – *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; enfim, um padrão computacional para fornecedores e programadores de *softwares*. Dentre as tarefas a serem desenvolvidas, 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 câmbio e sincronização de informações de pacientes.

Atualmente, a ortodontia tem enfrentado desafios para fornecer mais informações sobre a eficácia de diversos métodos de tratamento. Ademais, várias séries de filmes de cefalogramas valiosas oriundas de estudos realizados durante a primeira metade do século XX sofrem agora com a deterioração. Diversos estudos sobre o crescimento craniano foram conduzidos no século passado, nos quais os pacientes se submetiam voluntariamente a testes de raio-x periodicamente – às vezes até mesmo com implante de marcas referenciais – para se estudar o crescimento e desenvolvimento cranianos (ver Figura 1.3). Nos dias de hoje, estudos desse tipo são praticamente inviáveis, tornando a preservação desses filmes um projeto de alta prioridade em várias instituições. Finalizando, esses obstáculos têm aumentado a demanda por uma base de dados de cefalogramas padronizada de casos ortodônticos tratados e não-tratados.

Nesse contexto, a computação pode ser um elemento proporcionador de uma solução para esse problema por ser fácil a criação e obtenção de cópias de informações computadas e pelo fato de as cópias digitais não sofrerem deterioração. Apesar disso, para que estas tenham serventia, necessitam ser compatíveis entre os diversos computadores e programas de *software*. Pelos motivos aventados, este é o momento mais apropriado para a elaboração de um padrão para cefalogramas digitais que não vá de encontro com o padrão para dados ortodônticos eletrônicos e que guaranta a compatibilidade entre diversos sistemas. A possibilidade de instituições poderem baixar um *software* que implemente esse padrão facilitaria muito o projeto, cuja extensão já é considerável, contemplando a digitalização, o armazenamento e a distribuição dos estudo acima discutidos. A existência de um padrão específico para ce-

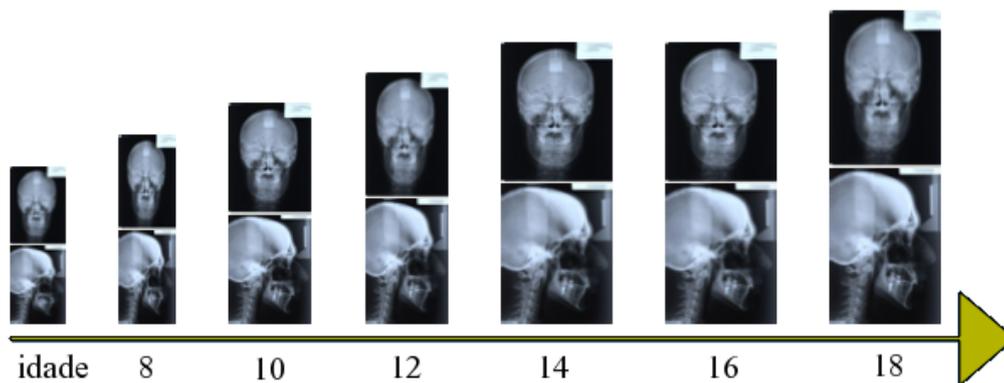


Figura 1.3: Figura ilustrativa que mostra os varios cefalogramas coletados a idades diferentes.

falogramas digitais aliado a sua implementação agilizará, outrossim, o desenvolvimento de um padrão geral para todos os dados eletrônicos ortodônticos.

O campo da ortodontia é muito amplo, sendo absolutamente muito pouco provável que um trabalho de mestrado consiga abranger sua totalidade. Por essa razão, *não* se objetiva apresentar uma solução *completa* para os problemas acima mencionados. 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 ortodôntico³, apresentando-se uma padrão para ele. Finalmente, sua funcionalidade será testada mediante uma simples implementação em JAVA.

1.1 – OBJETIVOS

Atualmente o campo da ortodontia não dispõe de um padrão informático que abarque todos os tipos de informações contempladas em um prontuário do paciente em meio eletrônico. Diante de tal quadro, este trabalho objetiva estabelecer as bases para a criação de um Prontuário Eletrônico Ortodôntico do Paciente – doravante orto-PEP –. Para tanto, o esforço para tal empreendimento consiste, no presente, de três partes: na primeira, será apresentado um plano completo para o desenvolvimento do padrão; na segunda, a primeira proposta completa de um padrão cefalométrico em DICOM e, na terceira, um programa que implementa o padrão cefalométrico, assegurando, dessa forma, sua a validade.

Mediante a apropriação deste estudo, o campo da ortodontia beneficiar-se-á de inúmeras contribuições científicas. Entre elas, cabe sublinhar o breve panorama de três padrões de in-

³Isto é, cefalogramas – raios-x do crânio tirados de modo a serem utilizados para produzir medidas apuradas, que são o o ponto de partida para se planejar a cura pela ortodontia e, portanto, elementos cruciais desta.

formática médica utilizáveis para a definição de um padrão para sua área. Fora isso, este será brindado com um plano de execução para o desenvolvimento desse padrão. Adicionalmente, poderá tirar proveito especificamente do padrão de cefalogramas digitais aqui proposto. Finalmente, um programa para agilizar a conversão de cefalogramas digitais em formato DICOM encerrará o presente estudo. Espera-se com essas inovações tornar a manipulação das informações utilizadas pelos ortodontistas mais dinâmica e segura.

Este trabalho funda-se na consultoria dos especialistas em ortodontia Franco G. Magni (Genova, Itália) e Mark G. Hans (Case Western Reserve University, Cleveland, OH, EUA). Valiosa, também, mostrou-se a contribuição de alguns membros do grupo de trabalho 11.6 da Associação Dental Americana (ADA) Joseph M. Caruso (Loma Linda University, Loma Linda, CA, EUA) e Carla Evans (University of Illinois at Chicago, IL, EUA). O trabalho de redação e tradução foi realizado por Emerson Ribeiro da Silva, bacharel em Letras pela Universidade de Brasília.

1.2 – ESTRUTURA

O presente estudo está dividido em cinco capítulos. No presente, a Introdução, versa-se sobre histórico da situação atual do assunto, sobre os objetivos do trabalho bem como sua estruturação.

Consecutivamente, a segunda parte abrange noções sobre 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 ortodônticos de pacientes.

O terceiro capítulo expõe a pesquisa sobre três padrões existentes realizada, detalhando-se os passos necessários para o refinamento destes.

A essência do trabalho, porém, está contida na quarto capítulo, a qual incide sobre a solução dos problemas apresentados na introdução mediante o auxílio de padrões. Em seguida, apresenta-se um padrão para cefalogramas digitais que se serve do padrão DICOM. Posteriormente, é fornecida uma implementação em JAVA do padrão desenvolvido.

E, finalmente, a conclusão apresenta um resumo dos pontos principais, bem como a discussão sobre a perspectiva de um trabalho posterior.

2 – A ORTODONTIA E SEUS DADOS DE DIAGNÓSTICO

Este capítulo apresenta uma breve introdução aos pilares da ortodontia subsidiários à compreensão das idéias e discussões apresentadas nos capítulos 3 e 4. Inicia-se com um breve histórico da ortodontia; depois, propõe-se sua definição; então, os dados de informação com os quais a área lida e, finalmente, as 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 (a Angle School of Orthodontia, in St. Louis, IL).

Segundo Fisher[14, p.1] o termo da área deriva de duas palavras gregas: “orthos” que significa “correto”, “apurado”, e “dons” – “dente”, em português . Em 1907, Angle[15] postula que o objetivo da ciência da ortodontia é “a correção de maloclusões dos dentes”. Já em 1911, Noyes[16] 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[17]:

“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.”

A ortodontia não lida com a saúde dentária, como no tratamento de cáries e de outras doenças bucais, mas reposiciona e remodela a arcada dentária. Esse processo inclui a biomecânica do movimento dos dentes, a reabsorção e a aposição óssea, bem como o crescimento e o 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 ⁴, 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.

⁴Ângulos e distâncias que determinam a geometria do crânio.

Para fins de estudo, os dados do diagnóstico ortodôntico podem ser divididos em duas categorias: os imaginológicos e os não-imaginológicos. A primeira inclui a demografia, o histórico de caso e dados clínicos da consulta do paciente. Por outro lado, os dados imaginológicos abarcam 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. A seguir, conduz-se uma descrição sobre dados não-imaginológicos e imaginológicos.

2.2 – DADOS NÃO-IMAGINOLÓGICOS

A utilização de critérios de diagnósticos definitivos tais como os cefalogramas, as radiografias dentárias de filmes panorâmicos ou as varreduras de TCFC não diminuiu em nenhuma medida a importância do exame clínico do paciente. Esses dados, coletados durante a consulta e armazenados em formato textual, são denominados 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 atribuem maior importância. Os formulários e prontuários apresentados nessa seção foram elaborados pelo professor Franco Magni, que os tem utilizado por mais de 40 anos.

2.2.1 – Demografia

A demografia do paciente abrange dados gerais tais como o nome, a identidade, o gênero, a raça, 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.

2.2.2 – Histórico de caso

O histórico de caso geralmente é composto pelos históricos médico, odontológico e ortodôntico do paciente. O primeira inclui dados sobre alergias, problemas psicológicos e nervosos,

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

Figura 2.4: Questionário utilizado para a coleta de dados sobre histórico de caso do paciente. Página 1/2 (Cortesia do 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:

2

Figura 2.5: Questionário utilizado para coleta de dados sobre histórico de caso. Página 2/2 (Cortesia do Prof. Franco Magni).

uso de drogas ou qualquer outra informação médica relacionada. O histórico odontológico do paciente, por seu turno, refere-se especificamente à saúde bucal e lida com dados tais como agenesia 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 às maloclusões, assim como a outras anomalias dentais apresentadas por membros da família do paciente, atribui-se considerável importância em virtude da significativa influência da hereditariedade na saúde do paciente[18, p.399].

Essa parte do prontuário pode ser praticamente compilada em seu todo pelo paciente mediante o preenchimento de um questionário durante a primeira consulta. Tais modelos são expostos nos modelos da Figura 2.4 e da Figura 2.5.

2.2.3 – Dados Clínicos da Consulta

Durante o exame clínico, o dentista tem a oportunidade de coletar a maior parte das informações das quais necessita por meio de um espelho bucal, uma espátula, de um articulador, um calibre de Boley e um par de separadores. Os dados então recolhidos são mais específicos para a ortodontia, sendo compilados em um formulário de primeira consulta do paciente, como o da Figura 2.7 e às vezes também o da Figura 2.6. Posteriormente, sumariza-se e armazena-se esses dados em um formulário mais compacto, em uma parte do prontuário clínico do paciente, sendo utilizados a cada consulta (ver Figura 2.8).

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

NV:	DEPISTAGE CRANIO-MANDIBOLARE	N#
Prof. Franco Magni Via Cesarea 5/12a 16121 GENOVA	Nome..... Via:.....	[M] [F].Eta'..... Nato:.....
Date:.....CAP:.....Tel:.....	D.Rx:.....
S I N T O M I		N O T E
Dolore Facciale		
Blocco Articolare		
Clicks		
Crepitii		
Apertura massima	mm: Limitazione nocche 2:	
Deviazioni Apertura		
Traumi pregressi		
T E S T S		
Dolore Dinamico		
Dolore Resistivo		
Dolorabilita' Caps.		
Provocazione Click		
D I A G N O S I D I B A S E		
Radlografia Zonografica Bicondilare		
Patologia Extracapsulare o Muscolare		
Patologia Capsulare o Endocapsulare		
Sottodiagnosi Psicologica e Stress		
Varie		
C O N C L U S I O N I		
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:.....		

Figura 2.6: Formulário utilizado para a coleta de dados relevantes à consulta de rastreamento clínico da articulação têmporo-mandibular. (Cortesia do Prof. Franco Magni).

N. _____ Nome Giulia Nato il _____ Etá 7 Data 10.4.06

A.T.M. DS SN PdC ↑ 2mm ↑ FWS _____

CL 2/1.2/2 CLS 2/1.2 OVJ +4,5 OVB +2,5/3 ^{inc} 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 OK Max OK

IGIENE BUO SCAR PES _____

PARODONTO BUO INF DE _____

CARIATI _____ ANOMALI _____

RECESSIONI 1 1 Ippofasia

OTTURATI _____ DECALCIFICATI _____ TRAUMATIZZATI _____ ESTRATTI _____ ASSENTI _____

INCLUSI _____ SOPRANNUMERARI _____

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

LLI Buono Suff. Insuff. in attivitá a riposo con interposizione contatto labbro inf. frenulo linguale corto totale laterale Frenulazione Sigmaante Mista Sigmaante RESPIRAZIONE Nasale Oronale Orale

ANGOLO NASOLABIALE 2 ATTIVITÀ MIMICA ACCENTUATA SI FRENULO MEDIANO CON DIASTEMA SI 1?

UML _____ LML 4,5 1,3 ASSIMETRIE SCHELETRICHE +3 +2

DIAGNOSI: CL II di I in II II con carac. mesella + al. Humerus mandibola a Deste + + CROSS BITE + centramento median + spunt. linguale e sigmatismo a V

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 _____

Figura 2.7: Formulário utilizado para o armazenamento de dados reunidos durante a primeira consulta do paciente. (Cortesia do Prof. Franco Magni).

N° 1195	CARTELLA CLINICA ORTODONTICA secondo il Prof. Franco Magni	D.C.U. S.G.O.I.	TELE <input checked="" type="checkbox"/>	CARPO	END.	D.A. 24.9.01								
N° v. H-26		A FOTO <input checked="" type="checkbox"/>	OPM <input checked="" type="checkbox"/>	OCCL.	COND. 35/30	D.E. 8.001								
Caso clinico Bianca Via nr 8 16147 Genova DIO 10348		Note cliniche + (93.0293) 8 Rep.												
Ref. Dott. Gaggio	Igiene Orale 0 1 2 3 4	I.O. Sanitaria												
Sintesi clinica		Trattamento												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMPRESSE</th> <th>RICAMBI</th> <th>ASSIEMI</th> <th>SO PRESENTI</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> D₁ +4 D₂ +10 D₃ +9 D₄ +3 </td> <td> E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z </td> <td> 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 </td> <td> 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 </td> </tr> </tbody> </table>		COMPRESSE	RICAMBI	ASSIEMI	SO PRESENTI	D ₁ +4 D ₂ +10 D ₃ +9 D ₄ +3	E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100	<p>1) Espandere rapido maxilla centrale < 6 anni per un'ora o due 17-V-2005 = (levarre placca superiore + A/A + TE + Lip Pump a filo basso: ② appeso 60 anchet off/len. 05/15 + gongolare passivo. ③ sbattere fucino con 8/1 a tota off/len. Posizion? x centrare ante linee mediane.</p>				
COMPRESSE	RICAMBI	ASSIEMI	SO PRESENTI											
D ₁ +4 D ₂ +10 D ₃ +9 D ₄ +3	E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100											
<p>Diagnosi Cl II div 1 in skeletal III ipodivergente con affollamento + costazione mandibolare + protrusione laterale - pericolo di prognatismo Motiv. Denti storti (?) Collaborazione Paziente MIN MED MAX ; Genitori MIN MED MAX = Obiettivi 1) allineamento paraculmine 1/2-1/3 - 2) in futuro x accedere controllo casisti mandibolare Piano del trattamento 1) Espandere maxilla 2) ortodonzia 3) Risolutorio di caso per controllo mandibolare</p>														
<p>Prognosi Buona x espansione + controllo mandibolare Contenzione ? Terapia preliminare 6 mesi</p>														

Figura 2.8: Prontuario clinico del paziente compilato a partir dos dados da primeira consulta. (Cortesia do Prof. Franco Magni).

Acredita-se que a postura física do paciente possa influenciar no surgimento de alguns casos ortodônticos. Por esse motivo, os ortodontistas estão começando a utilizar dados sobre análise postural também, o que é feito por meio da mensuração da escoliose e da 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 da arcada, 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



Figura 2.9: Radiografia panorâmica. (Cortesia de Prof. Franco Magni.)

Semelhante ao que ocorre ao se observar um *iceberg*, elementos ocultos podem importar muito mais do que aqueles que se mostram mais rapidamente. Um ortodontista experiente com dedos sensíveis e visão apurada pode apalpar protuberâncias nos caninos ou perceber outras saliências no palato. De fato, ele pode verificar diversos dados clinicamente, porém,

deve remeter-se à radiografia intraoral e panorâmica para confirmar as evidências de suas observações clínicas, pois é comum ser surpreendido por informações obtidas a partir de radiografias. Entretanto, estas, assim como os modelos dentários, por 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. (Figura 2.9). Devido à capacidade desta conseguir reproduzir uma única imagem de todo o sistema estomatognático (dentes, maxilares, articulações têmporo-mandibular, seios, etc.), dados cruciais podem ser obtidos rotineiramente com uma fração da radiação necessária para um exame intraoral de toda a boca, sendo possível até mesmo posicionar o filme na boca. Todo o processo de produção de imagem não leva mais do que 90 segundos e a revelação limita-se a um filme [19, 20, 21]. A vista panorâmica auxilia na síntese do diagnóstico e nas fases terapêuticas do acompanhamento do paciente.

2.3.2 – Cefalogramas



(a) Lateral



(b) Posteroanterior

Figura 2.10: Cefalogramas. (Cortesia do Prof. Franco Magni.)

Desde 1971, a Antropologia tem-se interessado pela determinação etnográfica da forma e modelo cranianos. A antropometria, ou “a ciência que estuda as medidas do homem”, encontrou terreno fértil para estudo no crânio humano em virtude das mudanças mínimas sofridas em sua estrutura óssea após 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 deste 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. [22].

Um cefalograma (Figura 2.10), também conhecido como raio-x crânio-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 difundidos no corpo dos pacientes. O primeiro estudo sobre cefalogramas foi publicado em 1922 [23]. No entanto, estes e os cefalostatos tornaram-se populares com Broadbent [24] e com Hofrath [25], 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 representam os meios mais convenientes, tanto do ponto de vista financeiro quanto de dosagem de radiação, para 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 dos 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 cresci-

mento craniofacial. Isto é de valor incontestável para a ortodontia, visto 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.

2.3.2.1 – Cefalômetros

O cefalômetro é um aparelho utilizado na produção de cefalogramas que consiste de um cefalostato, de uma fonte de raio-x e de um porta-cassete, todos fixados a uma certa distância uns dos outros⁵. 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 laterais⁶. Nesse processo, a posição em que a cabeça do paciente se encontra é de relevada importância, pois determina a obtenção de medidas confiáveis. Se, por exemplo, em um cefalograma PA, o paciente inclinar muito a cabeça⁷, o cefalograma gerado será ou alongado ou encurtado. As medidas obtidas a partir desse cefalograma distorcido não se harmonizarão com as obtidas a partir 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 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

⁵Geralmente 152,4 cm (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.

⁶Com 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.

⁷O 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.

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[24] 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.

2.3.2.2 – A 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 propicie 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 de eles 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 ampliação depende exclusivamente da localização 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 contrastadas⁸, embora simplifique enormemente a conversão entre o cefalograma e as distâncias do paciente.

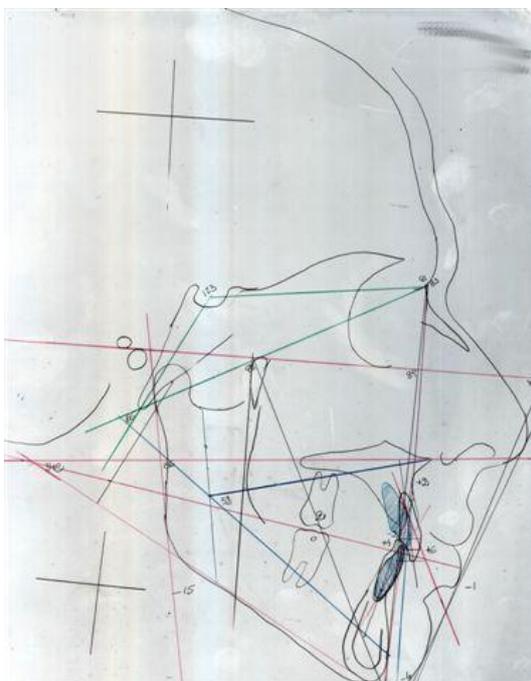
⁸Quanto mais distante o filme estiver da fonte de raio-x, mais escura será a imagem.

2.3.2.3 – As fiduciais SB

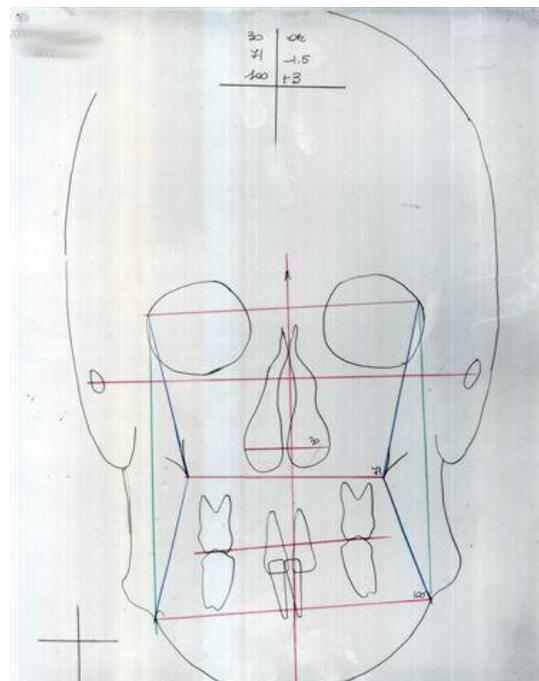
As Fiduciais SB são utilizadas para garantir a coerência entre raios-x analógicos e sua versão digitalizada. Elas consistem de quatro furos fixados com uma moldura no filme a distâncias previamente estipuladas. Um vez que o filme é digitalizado, esses furos são ligados ao computador e comparados com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

As iniciais SB derivam-se de Sheldon Baumrind, que publicou a utilização das fiduciais pela primeira vez em [26]. 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 a razão de aspecto das imagens, parece ter tornado o uso de fiduciais SB de muito maior importância do que até então.

2.3.3 – Traçados (análise cefalométrica)



(a) Lateral



(b) Posteroanterior

Figura 2.11: Traçado do contorno anatômico e planos cefalométricos. (Cortesia do Prof. Franco Magni.)

Uma variedade enorme de “análises” tem sido conduzida 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 contínuem linhas e planos. As distâncias entre os pontos e os ângulos e entre as linha e os planos são comparadas com modelos padrões. Tradicionalmente, esses desenhos são reproduzidos sobre materiais translúcidos, os quais contêm contornos anatômicos, bem como traçados e os pontos referenciais identificados. De fato, os traçados (como os representados na Figura 2.11) são obtidos dispondo-se uma folha translúcida sobre o cefalograma lateral e identificando-se nela pontos referenciais anatômicos.

Há três componentes básicos de uma análise cefalométrica: o de esqueleto, o de perfil e o dentário, cada qual revestido de objetivos diversos. Este estudo não visa se debruçar exaustivamente sobre 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 de 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 apuradas.

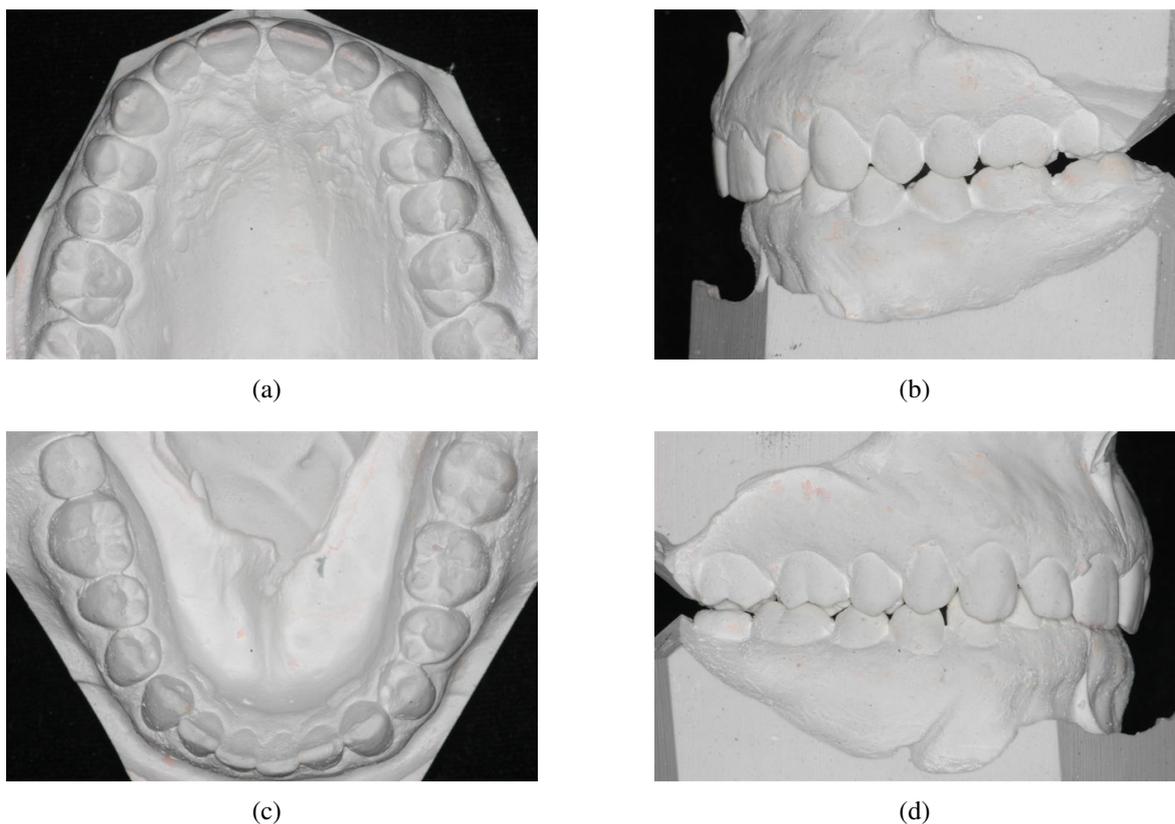


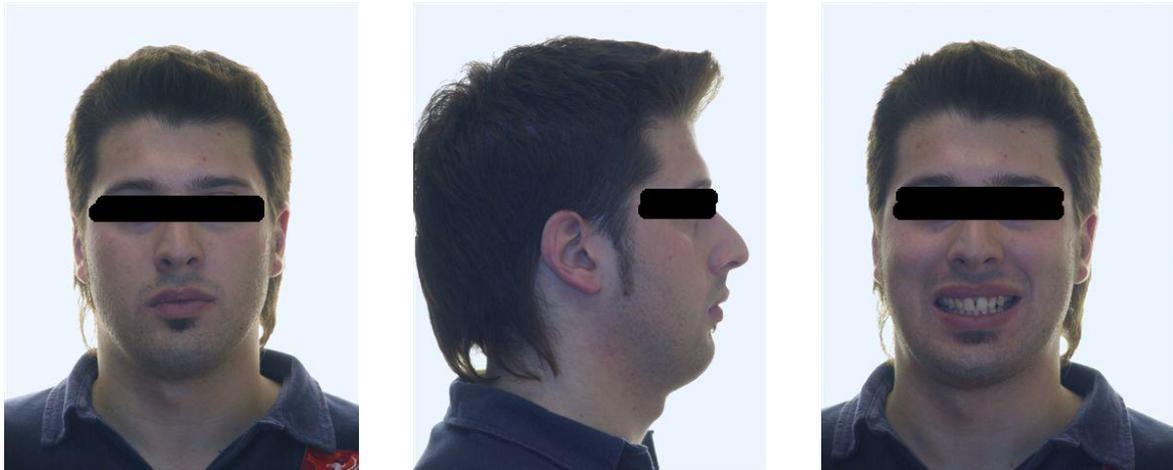
Figura 2.12: Modelo dentário regular e simétrico finalizado. (Cortesia do Prof. Franco Magni.)

2.3.5 – Modelos dentários

Os modelos dentários fornecem um *facsimile* razoável da oclusão do paciente (Figura 2.12). Apesar 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. Produzidos 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 de revestimento em um dado momento, mostrando-se de maior importância quando o dentista não dispõe de toda aparelhagem necessária para se tirar chapas cefalométricas [18, p.428]. Considera-se que a harmonia e o equilíbrio estéticos faciais constituem objetivos importantes na terapia ortodôntica. Em vista disto, um registro permanente do per-



(a) Frontal, em repouso

(b) Lateral, em repouso

(c) Sorriso, frontal

Figura 2.13: Fotografias extra-orais. (Cortesia do Prof. Franco Magni)



(a) Arcada superior



(b) Lado esquerdo



(c) Arcada inferior



(d) Lado direito

Figura 2.14: Fotografias intra-orais. (Cortesia do Prof. Franco Magni.)

fil original e da aparência do rosto todo (utilizando fotografia extraoral, Figura 2.13) 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 (Figura 2.14) 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 troca de dados entre colegas com facilidade;
2. Um modo de fácil transferência de dados de pacientes de um sistema para outro;
3. Um modo de compartilhamento de dados entre sistemas de *software* dentro da mesma prática, descartando, assim, a necessidade de se manter grupos diversos dos mesmos dados dos pacientes;
4. Um modo de resguardo dos 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 dados entre com 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, dispêndio de tempo, ou qualquer outra sorte de óbice. Isto se tornou uma preocupação central desde o desenvolvimento de diversos produtos de *softwares* ortodônticos.

Esse desenvolvimento provocou ainda uma outra necessidade: a de se 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 de 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 de 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 [27]. Diversos *softwares* foram desenvolvidos para várias tarefas inerentes à ortodontia, estendendo-se desde a aplicação clínica até a administrativa. Mesmo assim, nenhum deles se coaduna 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 tratamento⁹ 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 [28], o qual apresentaria a solução mais completa para os quatro requisitos acima descritos.

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

⁹Diagnóstico, planejamento do tratamento, análise dos resultados, aparelhos e anatomia radial.

3 – AVALIAÇÃO DO PADRÃO

O presente capítulo subdivide-se em duas 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.

Subseqüentemente, a seção 4.2 deter-se-á em um detalhe específico da solução nele apresentada. 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 da tecnologia a ser empregada são dois pontos que requerem atenção redobrada, visto que 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 pontuário eletrônico ortodôntico do paciente – 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 66. Isto justifica o fato de serem feitas inúmeras referências a essa instituição.

3.1.1 – 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

Technology, e Steve Bartingale, da 3M. Nomeado *WG 11.6 Interaction of Orthodontic Standards* – *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 Pittsburgh* (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.

3.1.2 – Definição de domínio

Atribui-se o termo domínio à esfera específica de atividade bem como aos elementos de trabalho de um determinado projeto. Ele é definido mediante a combinação de diagramas e 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. da realidade – exemplo do mundo real – a ser abarcada pelo padrão.

Este constitui um dos passos mais importante para o desenvolvimento de um padrão de informática, na medida em que delimita 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 Health Level 7 (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 computadorizada de feixe cônico – CFC, etc – e não-imaginológicos – a demografia do paciente, informações clínicas, informações financeiras, etc – (ver Capí-

tulo 2). Uma definição mais apurada sobre o assunto que está sob discussão dentro do grupo de trabalho 11.6 do SCDI (ver seção 3.6) possibilitará uma compilação de casos de uso junto com os tipos e atributos de dados associados.

3.1.3 – A pesquisa

Esta etapa encerra a pesquisa de padrões existentes e de suas respectivas organizações visando-se decidir pela adesão a um determinado padrão/organização entre os vários existentes, ou por iniciar a concepção um novo padrão/organização. Nesse sentido, 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 dados¹⁰ 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 fim de encontrar um que fosse ao encontro do presente projeto. Uma análise mais profunda será executada com o auxílio de *gap analysis* – análise de lacuna – uma vez que o domínio já foi definido.

O processo de pesquisa versa sobre a coletânea de diversas propostas de membros do 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.

3.1.4 – 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 dispor também a respeito do meio de se dividir o grupo em subgrupos para a elaboração do produto

¹⁰Entres estes, 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* – o ADA/(ANSI), entre outros.

final.

É sabido que um padrão só pode ser considerado bem sucedido caso seja implementado por diversos fornecedores. Portanto, deve-se não somente considerar, nesta 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 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.

3.1.5 – 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.

3.1.6 – 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.

3.1.7 – 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. Posto isto, 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 uma 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 atentar 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 informações

clínicas, financeiras e administrativas entre sistemas de computadores de serviços de saúde independentes. Ela é uma organização voluntariada sem fins lucrativos cujos membros são provedores, servidores, fornecedores, consultores, grupos governamentais e outros interessados no desenvolvimento de padrões na área de saúde. De acordo com a HL7 [29, 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 subdivide-se 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 comunicar entre si por meio da troca fácil de dados dos paciente. Ela focaliza-se no nível comunicativo, definindo o meio para se construir 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* (OSI), lidando com a definição dos dados a serem trocados, o tempo da troca e a comunica-

ção 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 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 reconsiderou 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 marcadores de posição para dados binários. Assim, caso fosse necessário enviar o raio-x de um paciente pela rede utilizando o HL7, requerer-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 votação.

3.2.2.1 – A versão 2.x (v2)

A primeira versão do HL7 efetivamente certificada foi a v2.1, em 1991, e a última, a v2.5, em 2003. Aquela 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 atributos¹¹ a ele relacionados.

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

¹¹Entre os quais a posição, tamanho máximo, tipo de dados, opcionalidade, repetição, tabela, número de identificação e nome.

codificada por XML, mas sim, por meio de um sistema chamado *barras verticais*¹². Apesar de tudo isso, a HL7 lançou um documento [30] detalhando a codificação das mensagens da 2.x utilizando XML – eXtensible Markup Language.

Apesar de ser um padrão que, além de internacional, é ainda amplamente utilizado¹³, 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 [1] ajuda a compreender por que a organização iniciou a elaboração 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, um 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 fatigante 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 sofridas pelo HL7 atualmente. Nossa indústria beneficiar-se-á do produto desse processo considerando que resulta em uma especificação mais rigorosa.

Adicionalmente, a versão 2.x não responde pela confidencialidade e segurança do paciente, de acordo com a introdução da documentação da v2 [31, 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 um sistema de prestação de serviços médicos. Aqui estão

¹²Também conhecidas como “pipe”, o uso do termo é justificado devido a sua utilização para separar os campos dentro das mensagens.

¹³De acordo com os membros do conselho do HL7, 90% dos hospitais nos EUA servem-se de algum tipo de implementação da Versão 2.x.

incluídas as mensagens que visam assegurar o controle centralizado e a integridade das informações agrupadas a partir das múltiplas instituições.

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.

3.2.2.2 – A Versão 3 (v3)

Em 1992, a HL7 assinalou uma mudança 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 alicerçada 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*¹⁴, 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 princípios norteadores desse projeto proporcionam um 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 proces-

¹⁴Roteiros desenhados/em quadrinhos, 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.

sos, 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 afirmação¹⁵, 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 o pouco benefício que a comunidade ortodôntica teria com a v2.x.

3.2.3 – Blocos principais da 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 3.2.3.2), papéis de aplicações (Seção 3.2.3.2), e eventos disparadores (Seção 3.2.3.2), enquanto os últimos lidam com o conteúdo estático das mensagens – D-MIM (Seção 3.2.3.1), R-MIM (Seção 3.2.3.1), HMD (Seção 3.2.3.1) e MT (Seção 3.2.3.1). Nas seguintes duas seções serão explicados mais detalhadamente os principais elementos destes dois tipos de componentes.

3.2.3.1 – Componentes estáticos

Essa seção explica os componentes estáticos principais do HL7, tais como RIM, D-MIM, HMD, RMIM e o MT

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 de ligações léxicas e semânticas figurantes entre as informações contida nos campos do HL7. Além do mais, o HL7 [1, Sec. 2.2.2] define que o RIM

¹⁵Dezembro de 2005.

é utilizado para expressar o conteúdo das 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. 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 da v3.

Ele é documentado com a utilização de diagramas UML puros. A construção do RIM é orientada ao objeto, servindo-se de *classes*¹⁶, *generalizações*¹⁷, *associações*¹⁸, *tipos de dados*¹⁹ e *atributos*. Os atributos de classe são os componentes centrais do modelo de informação, consistindo na fonte de todo o conteúdo informacional do HL7. Ele contém seis classes principais: o 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 os quais são controlados por *restrições*²⁰ por *vocabulário*²¹.

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.

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

¹⁶ Abstração de elementos e conceitos que constituem interesse em um determinado domínio de aplicação. São as pessoas, os lugares, os papéis, as coisas e eventos sobre os quais se guardam informações, tendo um nome, descrição e um conjunto de atributos. As instâncias das classes denominam-se *objetos*.

¹⁷ A relação de generalização é uma ligação entre classes – em oposição aos objetos.

¹⁸ Define uma relação entre objetos.

¹⁹ 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.

²⁰ Delimitam um grupo de valores possíveis os quais o atributo pode assumir.

²¹ Especifica todos os valores válidos em uma instância de atributo ou de um atributo de campo.

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 3.2.3.1), 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 cujo 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.

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.

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

Um tipo de mensagem – *Message Type* (MT) – representa um único conjunto de restrições aplicadas em oposição à mensagem comum.

3.2.3.2 – Componentes dinâmicos

Esta seção explica os componentes dinâmicos principais do HL7, tais como *Storyboards*, papéis de aplicação, eventos disparadores e interações.

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 o esclarecimento de possíveis definições:

- O *Storyboard* (SB) presta-se a uma série de interações temporariamente sequenciais que envolvem 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 3.2.3.2).
- 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 3.2.3.2).
- Os SBs são informativos, em contraste com documentos normativos – eles existem para explicar outras seções informativas do padrão.

O conceito foi apropriado da indústria 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 significativo 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.

Os papéis de aplicação enquadram um conjunto de responsabilidades de comunicação que pode ser implementado por aplicações. Sendo assim, descrevem componentes do sistema ou sub-componentes 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 do HL7.

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 interação²², transição de estado²³ ou disparo a pedido do usuário²⁴. 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.

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.

²²Eles podem ter base em uma outra interação. A resposta dada a um pedido retrata bem um exemplo de evento disparador baseado em interação.

²³Estes 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.

²⁴Os eventos disparadores podem cimentar-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.

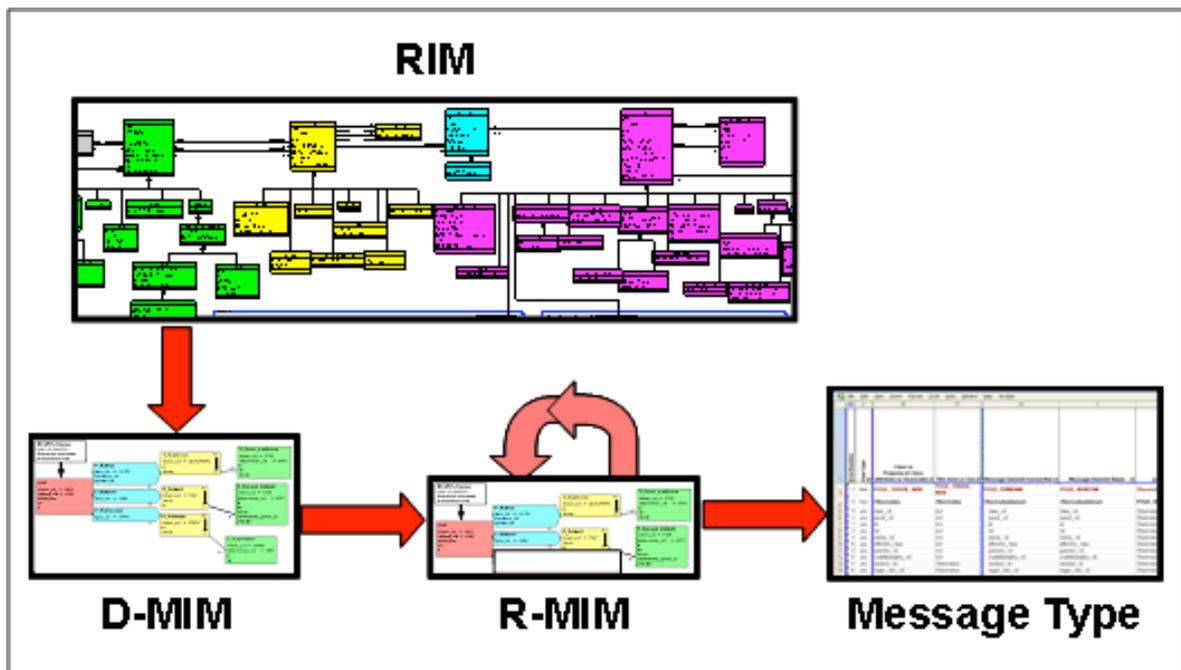


Figura 3.15: Ciclo de refinamento do HL7. [1].

Uma única interação deve responder claramente às questões: 1. Que tipo de componentes de sistema deve enviar um 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 (como o apresentado na Figura 3.19) e são utilizadas dentro dos *Storyboards*. O Diagrama de Seqüência UML define uma interação – por exemplo, um evento disparador específico, o envio do papel de aplicação, o recebimento do papel de aplicação, a responsabilidade do receptor – e, opcionalmente, das interações a serem iniciadas pela aplicação receptora.

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) [32] é um documento que prescreve os processos da metodologia de desenvolvimento do HL7. O processo completo de criação de uma especificação do HL7 é dividida em sete fases:

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 do Perfil da 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 [32].

3.2.4.1 – Início do projeto

Durante esta 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.

3.2.4.2 – Documentação de requisitos

Nesta fase, 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 seqüencia 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.

3.2.4.3 – Modelagem de especificação

Aqui 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. A Figura 3.15 mostra a relação entre RIM, D-MIM, R-MIM e o Tipo de Mensagem (*Message Type*). Este é o processo de refinamento, começando do RIM, para chegar até a definição de cada Tipo de Mensagem. Essa figura faz parte da documentação normativa do padrão HL7 versão 3. Para esse fim, há os seguintes passos: (a) 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.

3.2.4.4 – Documentação da especificação

Agora 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.

3.2.4.5 – 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 seguin-

tes passos: (a) Obter a aprovação do TSC e do comitê do HI7 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.

3.2.4.6 – 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.

3.2.4.7 – Definição do perfil da implementação

Os modelos são então 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 *Medical Data Interchange – Troca de Dados Médicos* –, foi desenvolvido pelo *Institute of Electrical and Electronic Engineers* – IEEE. A HL7 foi uma estreita parceira do MEDIX no trabalho para a 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 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 processo de refinamento do HL7 para o campo ortodôntico, na qual se tenciona introduzir 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 [32].

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 comunicativa. 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 – o HDF [32] – 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 Seção 3.2.4), 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 Seção 3.2.4 serão discutidos, aplicando-se-os à tarefa específica de desenvolvimento de um padrão eletrônico ortodôntico.

3.3.1.1 – 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 Philippe DeSmedt na Align Technology e deve estar disponível no sítio do SCDI, ficando sujeito a adaptações para concentrar-se na criação de um novo domínio do HL7, em consonância com seu regulamento.

3.3.1.2 – A documentação de requisitos

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

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* (ver Seção 3.2.3.2).

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*.

Será depois necessária a criação de diagramas de atividade. Atualmente,²⁵ 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 atividade²⁶.

O Diagrama de Atividade – cujo exemplo pode ser achado na Figura 3.16) apresenta uma seqüência de passos bem como das 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 auxiliam na identificação de quais informações precisam ser transmitidas em busca do atingimento dos objetivos do *storyboard*. A ênfase do HL7 na troca de informações auxilia na semântica dos Diagramas de Atividade, a qual prescreve a passagem de objetos – por exemplo, dados, informações, mensagens, documentos, – entre as *raias*.

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 inter-relações estáticas a partir das ferramentas do UML²⁷, não necessitando ser totalmente implementado – isto é, pronto para ser traduzido para um código com todos os métodos e atributos.

O Modelo de Análise de Domínio estipula as informações cruciais a serem compartilhadas para se atingir os objetivos do *storyboard*. O HL7 exige que o Modelo de Análise de Domínio seja demonstrado mediante diagrama parecido com o da Figura 3.17.

Fora isso, cumpre a apresentação de um glossário para esclarecer termos utilizados por pro-

²⁵Referência a 05 de outubro de 2005.

²⁶O 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.”

²⁷Associações, nomes de associações e multiplicidades.

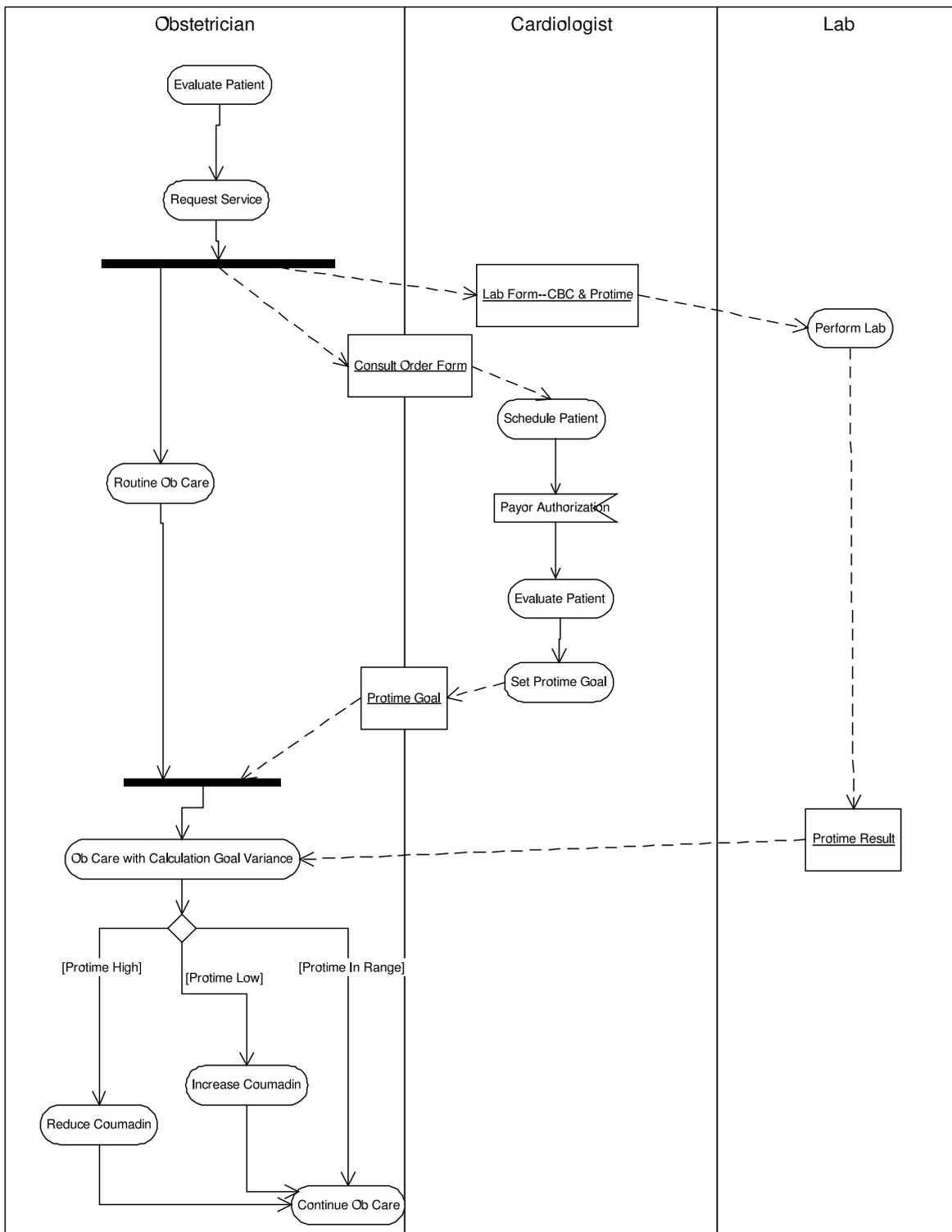


Figura 3.16: Exemplo de um diagrama de atividade do HL7[1]

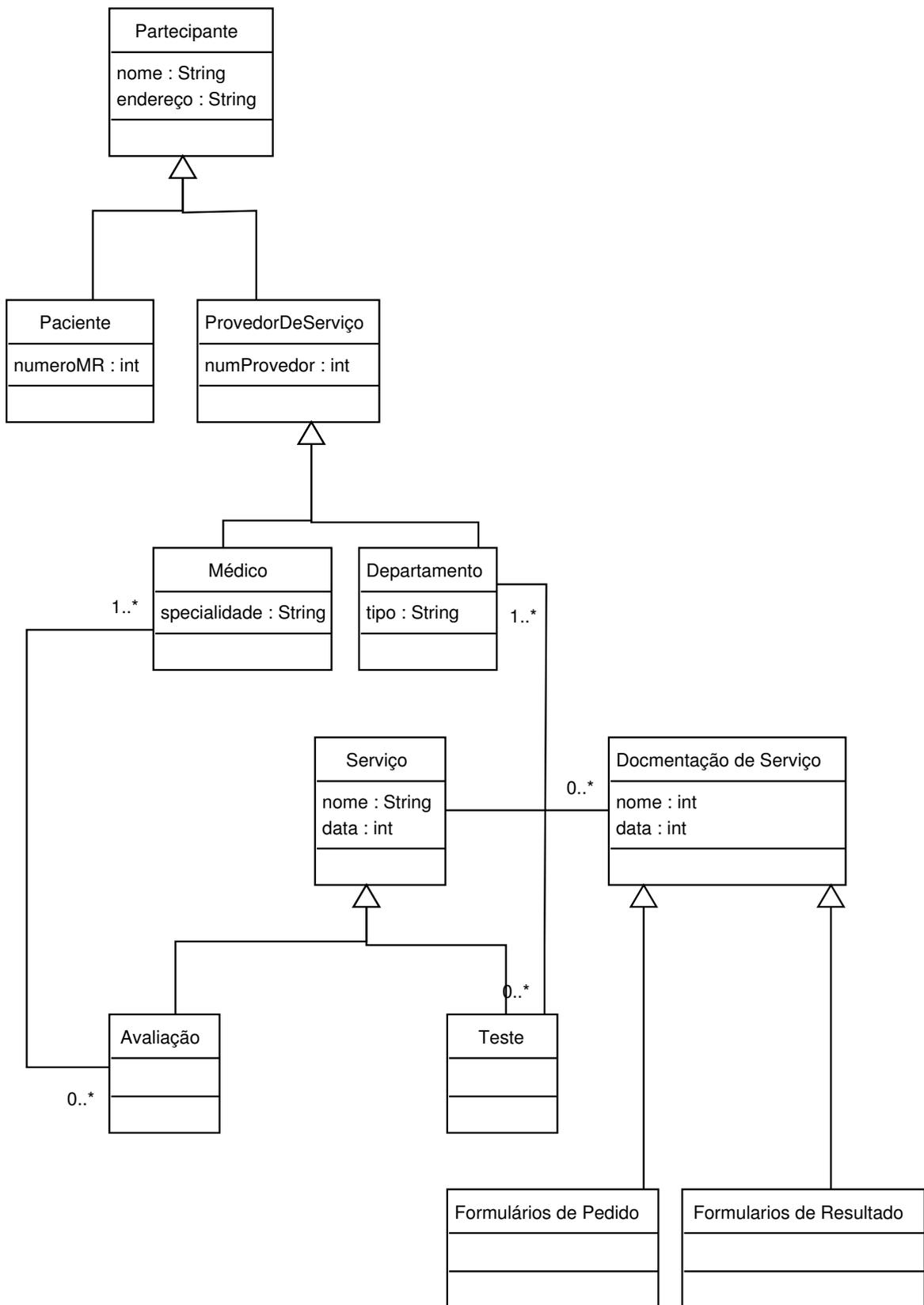


Figura 3.17: Exemplo de Modelo de Análise de Domínio HL7.[1]

fissionais da ortodontia para a análise intrínseca dos processos. Um roteiro de dados ortodônticos pode constituir um recurso útil para o empreendimento dessa tarefa, podendo ser encontrado na primeira proposta de DeSmedt [27]. Esse documento deve ser organizado em tabela de duas colunas, sendo estruturado a partir do esquema Termo vs. Definição.

Com o diagrama de atividade, o modelo de análise de domínio e o glossário do domínio é possível descrever minuciosamente a estrutura dos dados a serem trocados, o que posteriormente será acrescentado aos diagrama de atividade utilizando-se a iconografia de objeto/instância²⁸. Isso iria deixar as relações, restrições e disparos bem definidos.

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.

3.3.1.3 – A modelagem de especificação

Na modelagem de especificação, o resultado é um modelo de projeto de especificação, isto é, um conjunto de D-MIMs (consultar a Seção 3.2.3.1), 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 a pesquisa de 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 Seqüência UML, Colaboração e Diagramas de Transição de Estados;
- elaborar diagramas de colaboração a partir das responsabilidades do sistema para o envio e recebimento de informações (ver um modelo na Figura 3.18);
- elaborar um diagrama seqüencial para ilustrar o conjunto de interações entre os papéis

²⁸Terminologia 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.

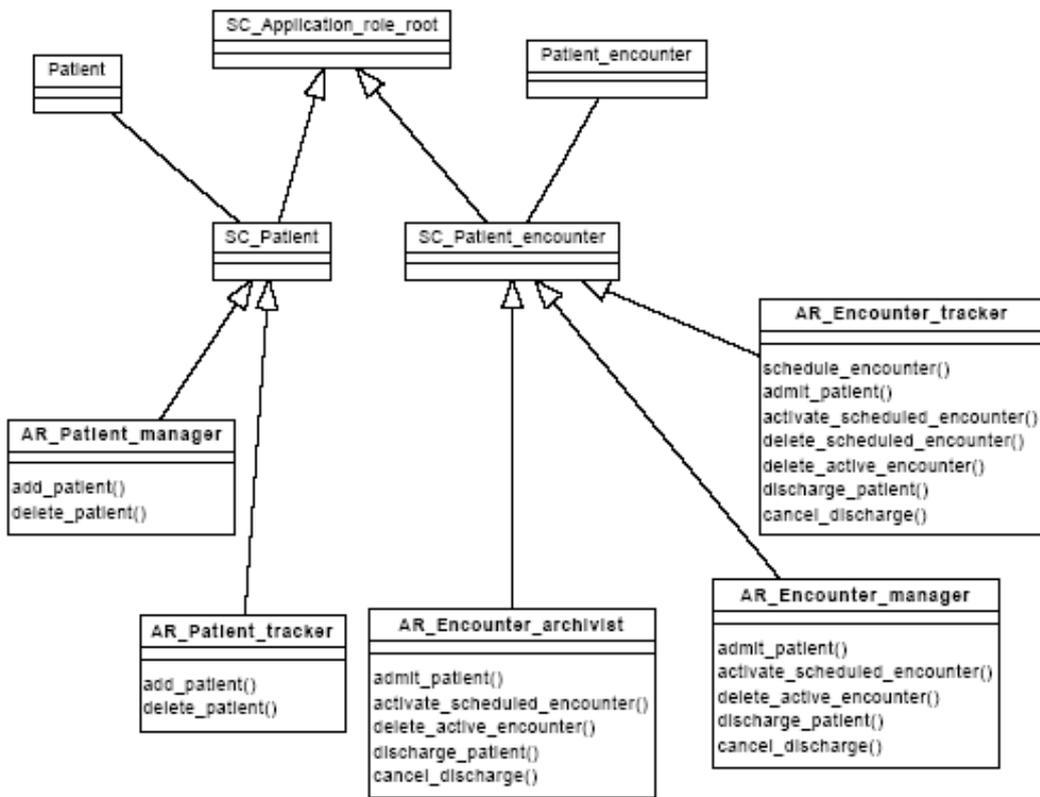


Figura 3.18: Exemplo de Diagrama de Colaboração UML.[1]

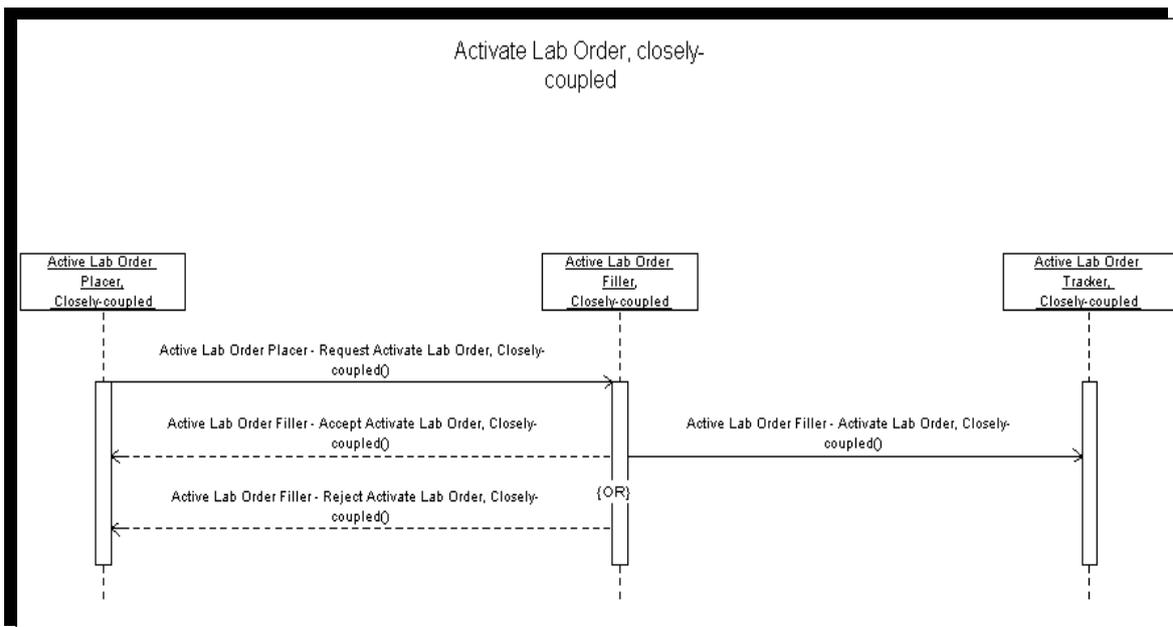


Figura 3.19: Exemplo de Diagrama de Seqüência UML[1]

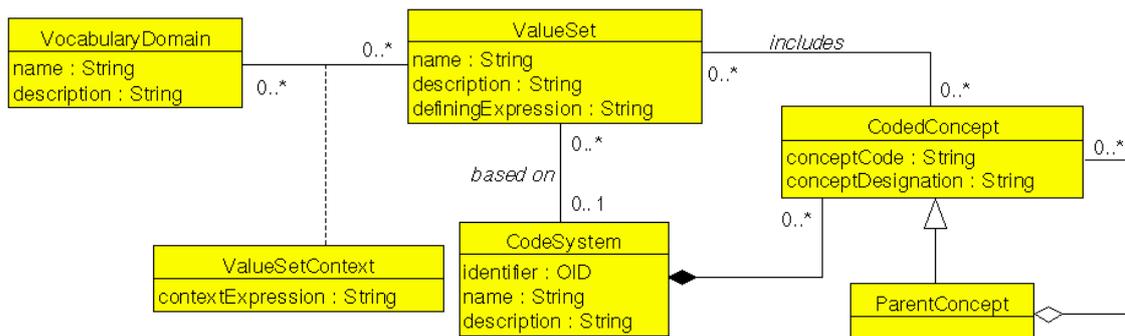


Figura 3.20: Exemplo de um Esquema de Especificação de Vocabulário.[1]

de aplicação na seqüência necessário à satisfação dos objetivos do *Storyboard*. (ver um modelo na Figura 3.19);

- traduzir o glossário para um Esquema de Especificação de Vocabulário – *Vocabulary Specification Schematic* – como o da Figura 3.20.

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 [32] para a realização desse processo.

3.3.1.4 – 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, o que inclui o seguinte:

- 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 3.3.1.3) e na especificação de requisitos (Seção 3.3.1.2);
- Criação e testagem de *links* para todos os arquivos referência;
- Condensar e submeter o pacote para aprovação.

3.3.1.5 – 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.

3.3.1.6 – 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 sub-comitê 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.

3.3.1.7 – 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)²⁹, o modo de codificação de seus arquivos com flexibilidade. O HL7 sugere [1, em Foundation, Data Types, Sec. 2.4] o uso do DICOM, no qual as imagens dos pacientes são armazenadas em um prontuário do paciente em formato DICOM utilizando-se dados encapsulados. 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 constitui 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 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 amplia-

²⁹Um 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.

ção. Embora a especificação do domínio ortodôntico completo, isto viabiliza a integração de qualquer quantidade de padrões, tornado 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, começando com os favoráveis:

1. Sendo um padrão de comunicação, proporciona uma 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.

Do outro lado da balança, figuram os 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 pós 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 Seção 4.2 e o artigo do autor [33]). 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 [34]. 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) ³⁰.

O documento de estratégia do DICOM [35] consigna ao Comitê do DICOM organizar os grupos de estudos, os quais 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 votações por carta pelos membros da DICOM. Votações por carta exigem a aprovação de dois terços dos votos a favor e contra e o retorno de mais de metade dos votos enviados a

³⁰O estatuto completo do DICOM *Standards Committee* está disponível no sítio da *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA) – www.nema.org.

membros com boa reputação em relação às votações de carta. Uma vez 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 mais bem descritas pela revisão de cada grupo de trabalho.

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 [36], 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 somente em rede 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. A 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 na 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 atingidos. 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 a 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. Mais informações sobre este assunto pode ser encontrada na documentação do DICOM [2, PS 3.1].

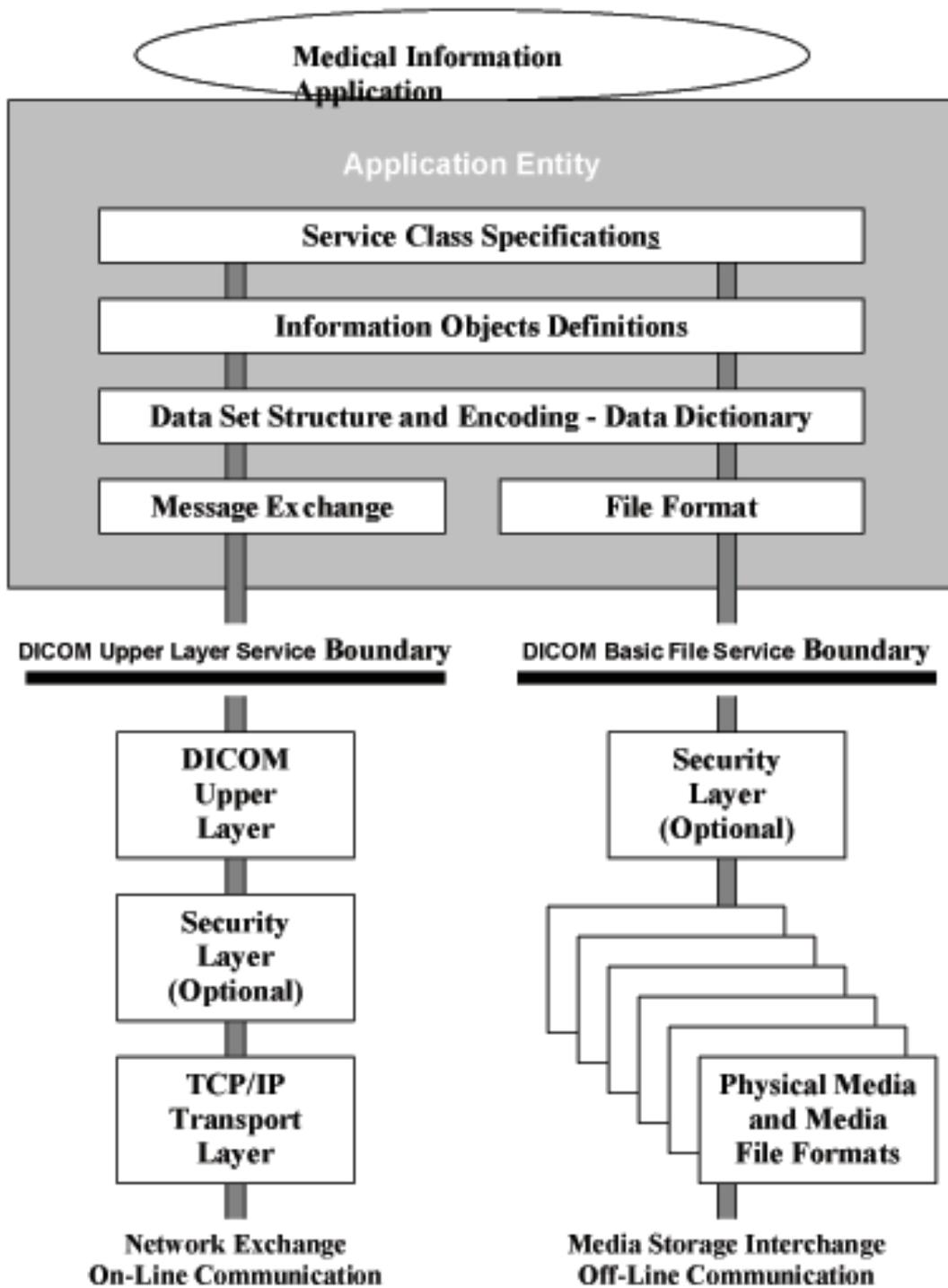


Figura 3.21: Modelo de comunicação geral do DICOM [2, PS 3.1](Cortesia National Electric Manufacturing Association (NEMA)).

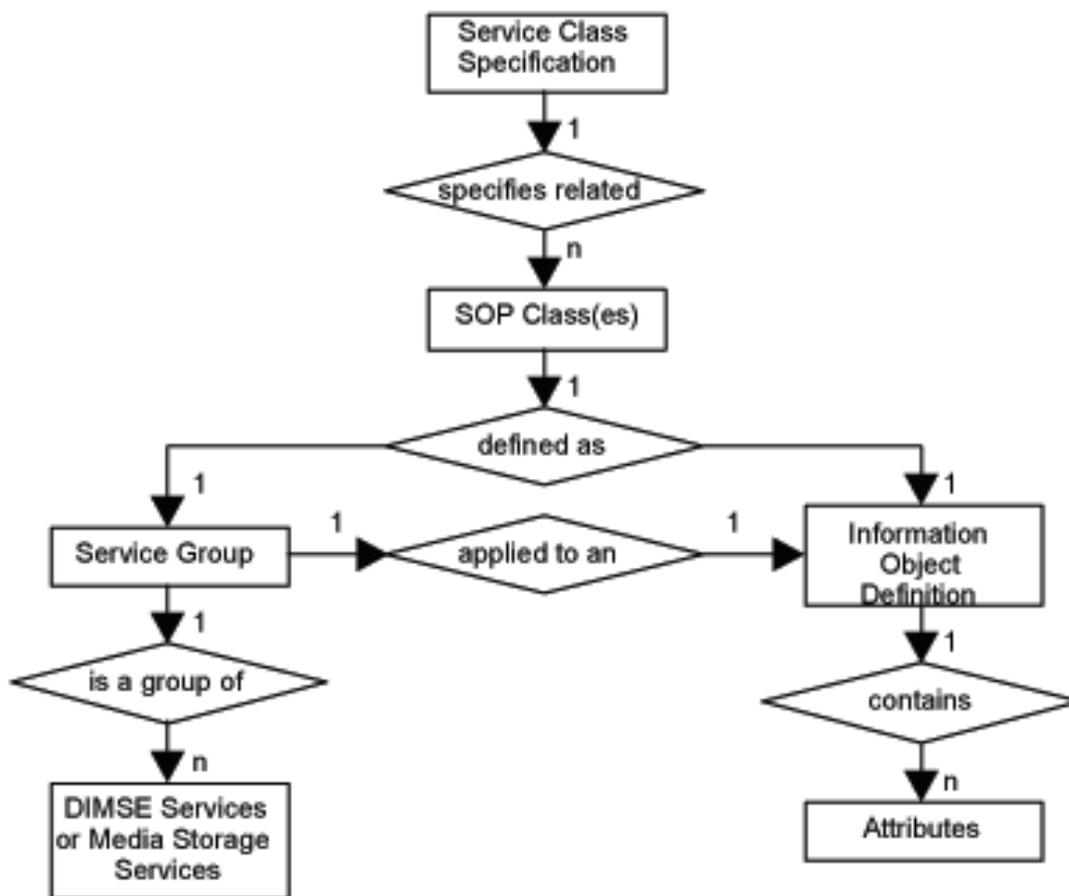


Figura 3.22: Estrutura Principal do DICOM[2, PS 3.4]. (Cortesia National Electric Manufacturing Association (NEMA)).

3.4.3 – Blocos principais do DICOM

O modelo geral de comunicação do DICOM, que se estende tanto à comunicação em rede (on-line) quanto à de troca de armazenamento de mídia, é discutido em Figura 3.21. Suas aplicações podem revesar entre um dos serviços da *Camada Superior* – o qual propicia independência de suporte de comunicação de rede de trabalho física e também de protocolos tais como o TCP/IP – ou 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 de Atributos. A relação entre esses elementos pode ser encontrada na representação da estrutura principal do DICOM da Figura 3.22. As informações dos objetos DICOM estão contidas nos Atributos de cada Módulo. Cada Atributo é identificado para um *Tag*, ou seja, um número identificador hexadecimal de 4 *bytes* que, na documentação DICOM, sempre aparece entre parentese (ex: (0008,0008)). Associa-se uma determinada descrição aos *Tags* de cada Atributo.

Nas subseções a seguir, será apresentada a descrição desses blocos de construção principais do DICOM.

3.4.3.1 – 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 trocadas.

A IOD não representa uma instância específica de um objeto do mundo real, mas sim uma 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, é denominada Objeto de Informação Normalizado. Já aquela que inclui informações sobre Objetos do Mundo Real relacionados é chamada de Objeto de Informação Composto, especificado na parte 3 da documentação DICOM [2].

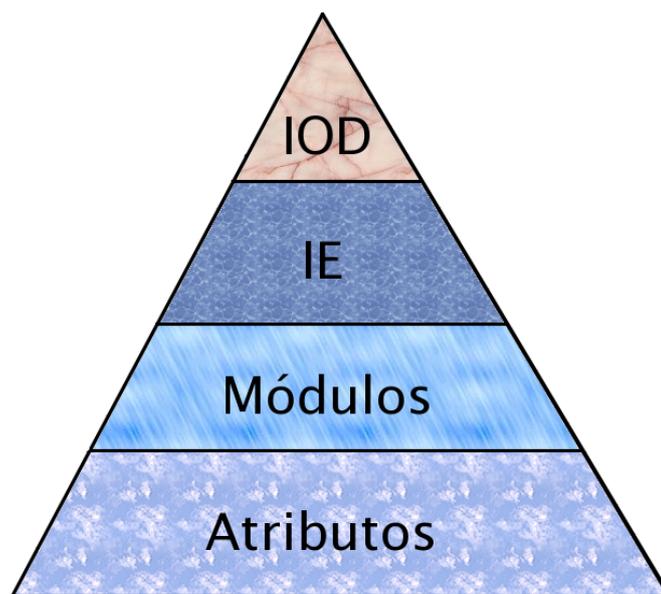


Figura 3.23: Estrutura de Definição de Objeto de Informação (IOD). A Entidade de Informação está abreviada como IE.

Uma IOD representa o nível mais alto do objeto no modelo do DICOM. Analisando a Figura 3.23, é perceptível a composição das IODs a partir de IEs, as quais contêm módulos, e estes atributos. Cada IOD deve definir pelo menos as entidades de informação do Paciente, do Estudo, da Série e do Aparelho.

3.4.3.2 – Módulos e macros

Os Módulos consistem 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.

3.4.3.3 – Especificação de classe de serviço

A definição oficial de uma Classe de Serviço, proposta em na parte 1 da documentação DICOM [2, 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 página 57: elas fornecem o vocabulário necessário para as diferentes AEs trocarem IODs entre si. Esta é uma função essencial na medida que padroniza a comunicação entre aparelhos de produção de imagens médicas. O DICOM define diversas Classes de Serviço tais como a Classe de Serviço de Verificação (definida na parte 4 da documentação DICOM [2, Annex A]), aplicada na verificação da comunicação entre duas AEs ou da Classe de Serviço de Armazenamento (definida na parte 4 da documentação DICOM [2, Annex B]) utilizada para o envio de IODs – isto é, imagens, formas de onda, relatórios, etc.) entre AEs.

3.4.3.4 – 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 (definido na parte 7 da documentação DICOM [2, 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 parte 4 da documentação DICOM [2, 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.

3.4.3.5 – Grupo de serviço

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

3.4.3.6 – 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 DICOM, visando à 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.

3.4.3.7 – 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 na parte 3 da documentação DICOM [2]. Eles são codificados como *elementos de dados* com uso de regras, da *Representação de Valor* e do conceito de *Multiplicidade de Valor*, especificados na parte 5 da documentação DICOM [2]. Para os elementos de dados específicos, a Representação de Valor e Multiplicidade de Valor de elementos de dados são especificadas no dicionário contido na parte 6 da documentação DICOM [2].

3.4.4 – O refinamento do DICOM

O processo de refinamento e/ou o acréscimo de partes ao padrão DICOM não é descrito tão detalhadamente quanto àquele encontrado 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 apresentação 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 enviado 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 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*. Ver documento estratégico DICOM [35] para mais informações.

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.

Haja vista 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 4.2.

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 bi-dimensionais. Isto tornará mais simples o processo do lado do cliente/visualizador, 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 na parte 3 da documentação DICOM [13, 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 pro-

dutois 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 resumiu bem estes conceitos no 2005 [28].

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, fotografias, 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. 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 [37].

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 Médicos 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, o Relatório Técnico No. 1027 [36]; 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 1000 podem ser encontradas 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, 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 (resumidos por Viohl em [38]), para o cuidado odontológico (resumidos pela *Boston Public Health Commission* [39]), 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 tem recebido a atenção devida dos comitês de desenvolvimento de padrões.

Tabela 3.2: Quadro resumo de comparação das organizações analisadas.

	HL7	DICOM	ADA SCDI
<i>Extensão</i>	Internacional.	EUA, mas reconhecida internacionalmente.	EUA, mas reconhecida internacionalmente.
<i>Odontologia/Ortodontia</i>	–	Grupo de trabalho exclusivo de odontologia.	Grupo de trabalho específico para ortodontia.
<i>Aprovação</i>	ANSI	NEMA	ANSI
<i>Tipo</i>	Sem fins lucrativos.	Sem fins lucrativos.	Sem fins lucrativos.
<i>Decisões</i>	Votações.	Votações.	Votações.

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* formaram uma comunidade de partes interessadas e iniciaram um novo grupo de trabalho dentro do comitê no. 11 – *Prontuários Odontológicos Eletrônicos (Electronic Dental Records)* – denominado 11.6 – *Integração dos Padrões Ortodônticos (Integration of Orthodontic Standards)*. 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 – RESUMO

As diferenças entre os três padrões e suas respectivas organizações, podem ser sumarizadas nos quadros da Tabela 3.2 e da Tabela 3.3. As organizações HL7 e DICOM oferecem padrões passíveis de uso direto no desenvolvimento do padrão para orto-PEP. A especificação 1000 da ADA é a única respaldada por processo clínico votado, modelo que deveria servir de exemplo para o desenvolvimento do padrão orto-PEP.

Tabela 3.3: Quadro resumo de comparação dos padrões analisados.

	HL7	DICOM	Spec. 1000
<i>Área de atuação</i>	Rede e arquivos.	Rede e arquivos.	Banco de dados.
<i>Tipo de dados</i>	Informações textuais (clínicas, demográficas, etc)	Imagens e outros dados multimídia.	Informações textuais.
<i>Abrangencia</i>	Medicina geral e várias especializações.	Medicina geral e várias especializações.	Medicina geral.
<i>Base</i>	<i>Storyboards</i> . Sem votação.	Necessidades clínicas.	Modelo de processos clínicos. Votados.
<i>Uso</i>	Maioria de hospitais informatizados.	Maioria de sistemas de imagens (tomografia computadorizada, ressonância magnética, etc).	Nunca implementado.
<i>Odontologia/Ortodontia</i>	–	Especificação para dados odontológicos, não ortodônticos.	–
<i>Refinamento</i>	Processo bem documentado.	O processo existe, mas não é documentado.	–

4 – PROPOSTA E DESENVOLVIMENTO DE UM PADRÃO PARA DADOS ELETRÔNICOS ORTODÔNTICOS

O presente capítulo subdivide-se em três partes. A primeira delas 4.1 contempla o processo que envolve a elaboração de um padrão de informática para *softwares* ortodônticos. A segunda (Seção 4.2) apresenta um padrão para cefalograma digitais utilizando o padrão DICOM. Decidiu-se limitar o escopo do trabalho até esse ponto por julgar-se a implementação de uma solução completa para problema um objeto muito extenso para um projeto de Mestrado. Subseqüentemente, a Seção 4.2.5 deter-se-á em um detalhe específico da solução nele apresentada: uma implementação do padrão proposto em JAVA.

A troca de dados ortodônticos eletrônicos entre programas diferentes vem-se caracterizando como uma operação muito difícil em razão de dois motivos principais: não há um modo fácil e direto de os ortodontistas compartilharem prontuários eletrônicos de pacientes (PEPs) entre si e não há um modo prevalecente de dois ou mais programas ortodônticos acessarem o mesmo grupo de PEPs. Para resolver esses problemas, é proposto iniciar o desenvolvimento de um padrão para dados eletrônicos ortodônticos, e então implementá-lo – criando-se um *software* de fonte aberta – para comprovar sua funcionalidade.

Este trabalho almejou encontrar uma metodologia orgânica para reunir os três melhores padrões de informática médica com vistas à elaboração de um padrão para PEP ortodôntico (orto-PEP) (Seção 4.1). Essa metodologia foi implementada em parte com o desenvolvimento de um padrão para cefalogramas digitais, trabalho que se integraria facilmente ao padrão orto-PEP uma vez estabelecido (Seção 4.2). Foi também desenvolvido um programa em JAVA para facilitar a conversão de cefalogramas digitais em formato DICOM – *Digital Imaging and Communications in Medicine*, utilizando o padrão estabelecido nessa seção (Seção 4.2.4).

As próximas seções dedicam-se à apresentação dos passos necessários para o desenvolvimento de um padrão orto-PEP, de uma versão não-oficial de um padrão para cefalogramas digitais e de um programa que o implemente.

4.1 – A PROPOSTA DE UM PADRÃO DE PRONTUÁRIO ELETRÔNICO DO PACIENTE

Somente em 1991, por ocasião da conferência anual da Associação Americana de Ortodontia – *American Association of Orthodontics* (AAO) –, a idéia de que uma era no campo da ortodontia se iniciava foi aceita. Infelizmente, a introdução da tecnologia da computação nessa área ocorreu antes que os requisitos analíticos de um prontuário ortodôntico computadorizado pudessem ser determinados. Para dar continuidade à efetiva comunicação nesse novo momento, é mister estabelecer um meio de armazenamento e recuperação de dados de prontuários ortodônticos computadorizados por meio de um padrão internacionalmente reconhecido.

Essa solução funda o alicerce 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 ser implementado por desenvolvedores de *software* sem fins lucrativos.

Para esse fim, optou-se pelo 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, começando pela avaliação dos três padrões em questão.

4.1.1 – Avaliação do HL7, do DICOM e da especificação 1000 da ADA

Em uma parte anterior neste trabalho, foram abordados três padrões informáticos médicos, quais sejam, o HL7, o DICOM e a Especificação 1000. A questão preponderante é se estes representam 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.

4.1.1.1 – Utilidade do 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 proporcionar a obtenção de massa crítica 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 ponto de importância indiscutível considerando-se que uma ampla implementação implica um padrão bem sucedido e, portanto, uma melhor integração entre a ortodontia, clínicas e hospitais. Por outro lado, muito embora o HL7 não forneça qualquer especificação para imagens, sua integração com o DICOM é satisfatória.

Apesar de nenhum comitê técnico odontológico oficial existir 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.

4.1.1.2 – Utilidade do 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 Comitê de Padronização da Informática Odontológica (SCDI) da Associação Dental Americana (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.

4.1.1.3 – Utilidade do SCDI e da especificação 1000

A ADA, associação odontológica mais influente do mundo que conta com um comitê de padrões bem estabelecido, pode oferecer uma sólida infraestrutura para abrigar o desenvolvimento de um padrão de orto-PEP. Por outro lado, 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 da indústria e do governo podem prover recursos para reuniões, implementações e testagens. Afora isto, o comitê é especializado no desenvolvimento e na distribuição de padrões, além de ser uma instituição certificada pelo ANSI – Instituto Nacional Americano de Normas.

Apesar de 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-se um exemplo que deve ser absolutamente aproveitado para a elaboração do orto-PEP.

Finalizando, os três padrões mostraram-se idôneos para o desenvolvimento de um padrão orto-PEP. Este deverá ser efetuado por um grupo de trabalho bem estruturado, tal como o WG 11.6 do SCDI da ADA. Segue-se então uma descrição da subdivisão de tal grupo.

4.1.2 – Estrutura do grupo de trabalho

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

4.1.2.1 – Sub-grupo DICOM

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

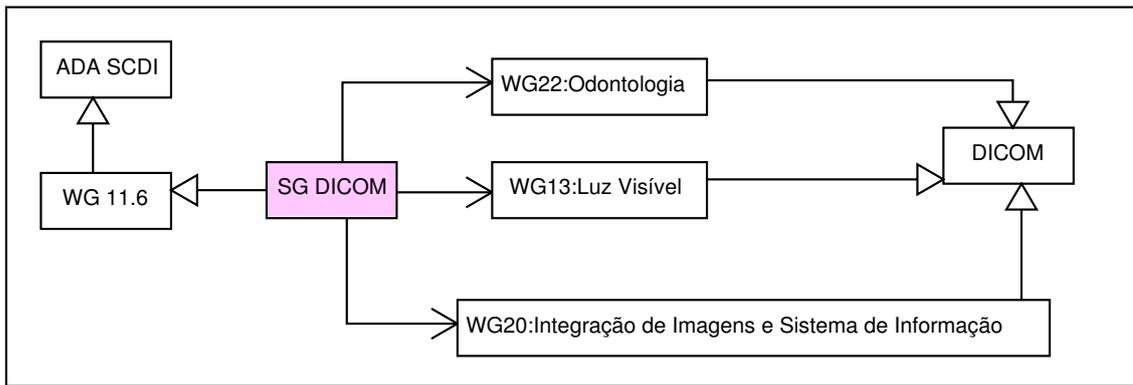


Figura 4.24: Interações do subgrupo DICOM e outros grupos de trabalho.

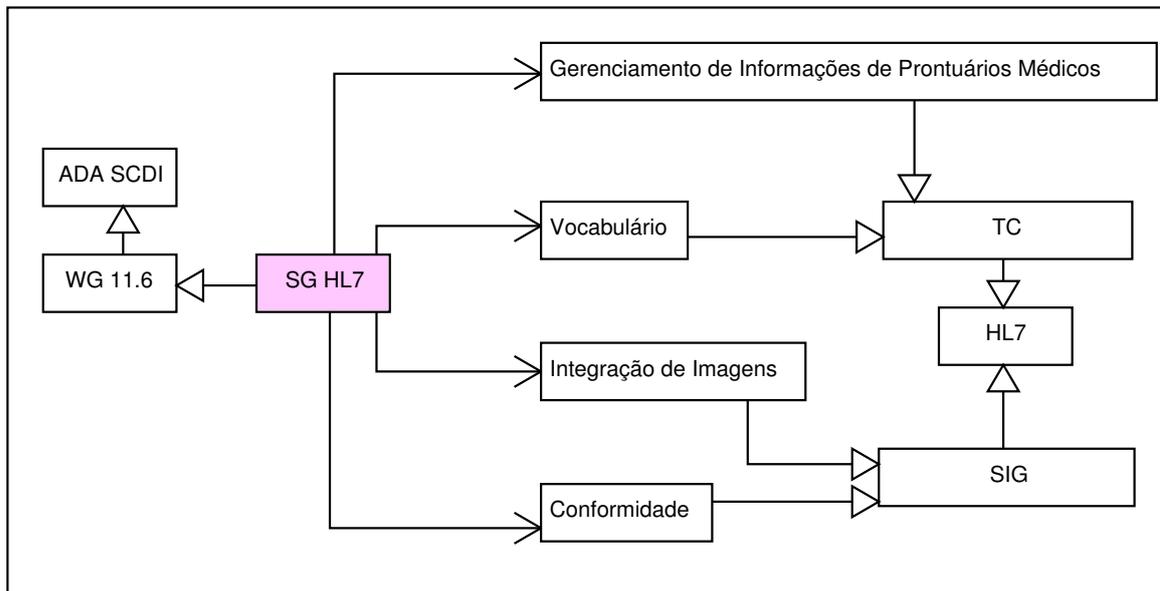


Figura 4.25: Interações do subgrupo do HL7 e outros grupos de trabalho.

a documentação e a testagem do DICOM.

A relação entre o subgrupo do DICOM e outros grupos de trabalho pode ser encontrada na Figura 4.24, estabelecendo interação direta com os grupos de trabalho de *Odontologia*, *Luz Visível* e *Integração de Imagens e Sistemas de Informação* do DICOM.

4.1.2.2 – Sub-grupo 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 Fi-

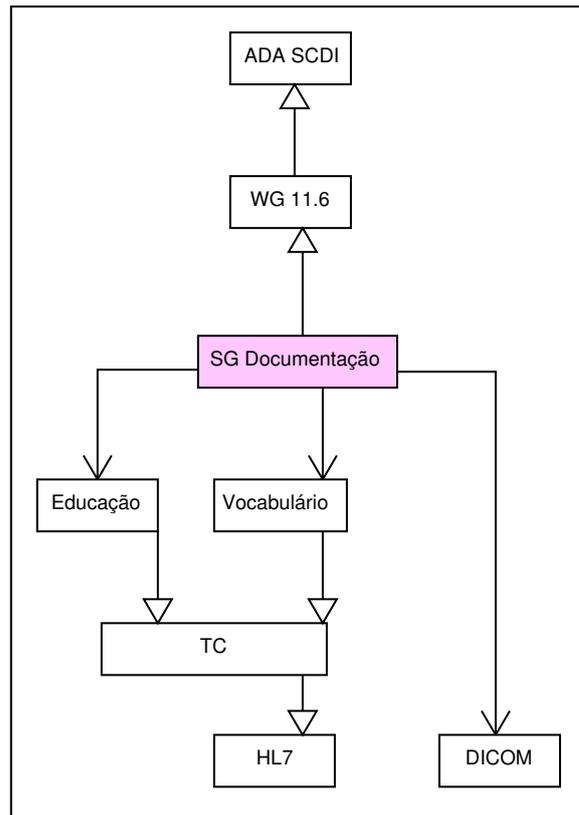


Figura 4.26: Interações do subgrupo de documentação e outros grupos de trabalho.

Figura 4.25. O subgrupo terá interação direta com o Comitês Técnicos de *Gerenciamento de Informação de Prontuários Médicos* e com o de *Vocabulário* do HL7 bem como com o Grupo de Interesses Especiais de *Integração de Imagens* e de *Conformidade*.

4.1.2.3 – Sub-grupo 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 Figura 4.26, 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, a equipe terá contato com indivíduos de diversos grupos de trabalho que se especializarão nesse assunto.

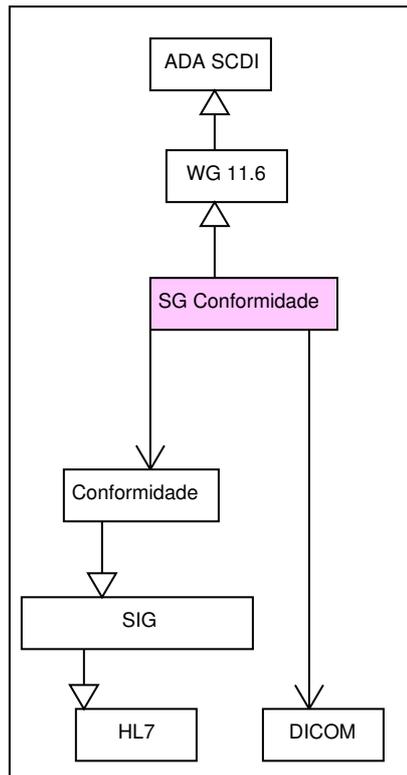


Figura 4.27: Interações do subgrupo de conformidade com outros grupos de trabalho.

4.1.2.4 – Sub-grupo conformidade

A conformidade de um padrão é um assunto deveras complexo, normalmente discutido mais detalhadamente em cada documentação do padrão. O subgrupo responsável por essa área cuida do desenvolvimento de Declarações de Conformidade que não conflitem ou interfiram naquelas da HL7 já utilizadas pela DICOM ou pela ADA.

A relação entre este e outros subgrupos pode se encontrada na Figura 4.27. O subgrupo estabelece interação direta com o Grupo de Interesse Específico de Conformidade 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.

4.1.3 – Processo de elaboração

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 sobre provimento de uma comunidade com documentação que especifique um modo de implementação dos dois padrões de nível inferior.

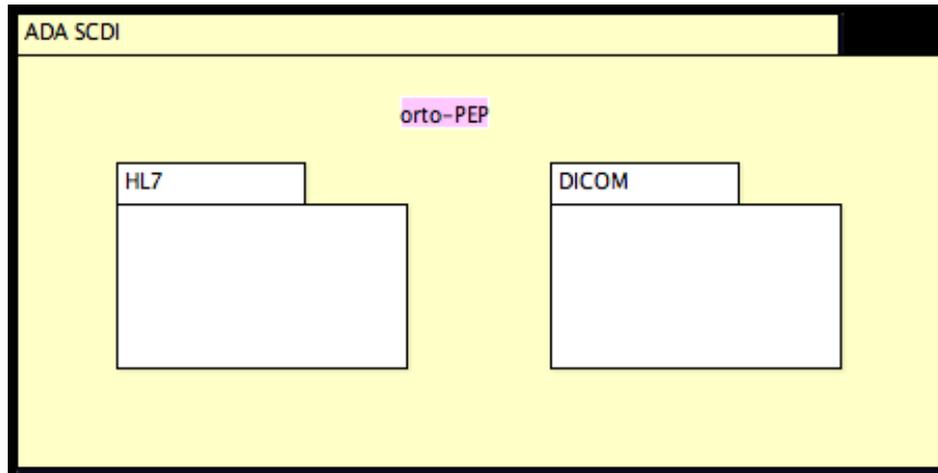


Figura 4.28: Estrutura básica das organizações para o desenvolvimento do padrão para um orto-PEP.

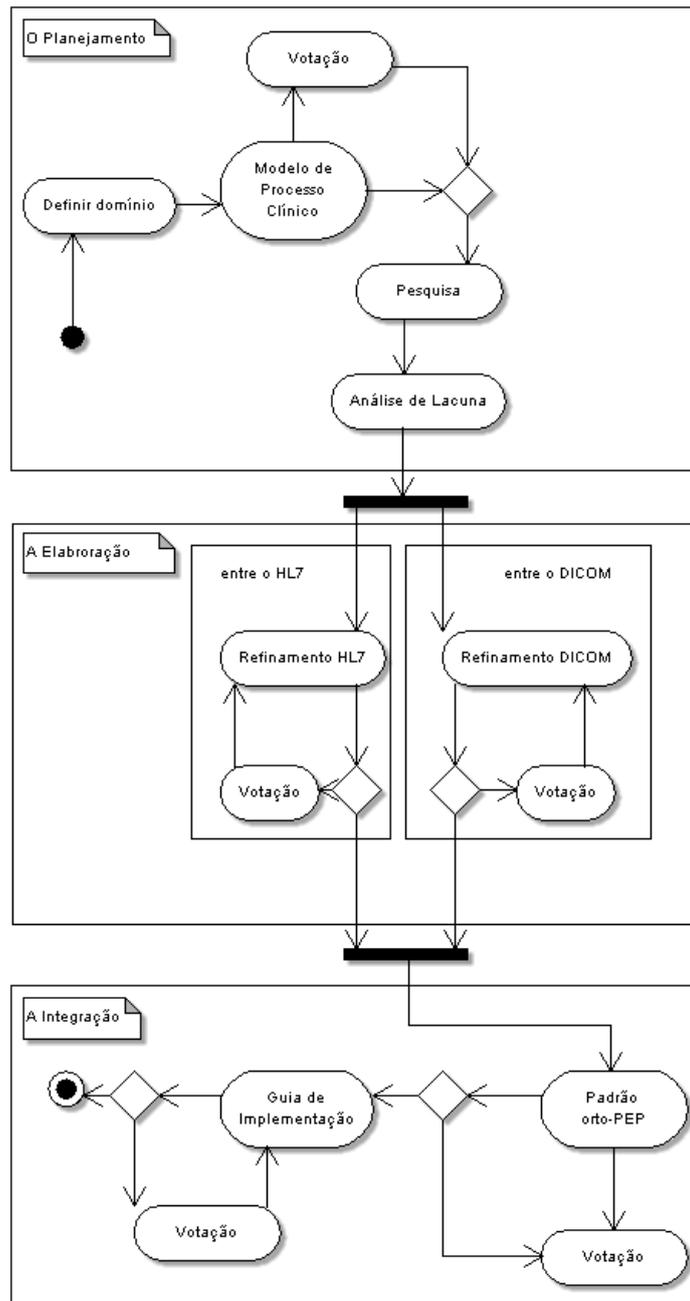


Figura 4.29: Diagrama de atividade do processo de elaboração do orto-PEP proposto.

A partir do resultado da análise mencionada anteriormente, a estrutura proposta na Figura 4.28 é apresentada para o orto-PEP, um padrão da ADA/ANSI composto pela integração do HL7 com o DICOM. A ADA responsabiliza-se pela supervisão, certificando-se de que o padrão atenda às demandas da comunidade ortodôntica. O DICOM e o HL7 são utilizados para representar dados imaginológicos e não-imaginológicos respectivamente de modo a garantir o máximo de interoperabilidade de dados entre os sistemas existentes.

Com a utilização dessa abordagem, é possível asseverar que os dados apresentarão mais com-

patibilidade com os sistemas existentes³¹, ao mesmo tempo em que se apresenta um padrão de orto-PEP completo aprovado pelos ortodontistas. Para tal intento, o SCDI providenciará o padrão oficial e documentação de implementação padrão semelhante à da Especificação 1000 e o Relatório Técnico 1027, que o acompanha. Os processos de refinamento do DICOM e do HL7 são realizados por subgrupos do grupo de trabalho ADA SCDI WG 11.6 dentro da estrutura de suas respectivas organizações. Esse processo pode ser melhor compreendido por meio do diagrama de atividade da Figura 4.29, no qual há uma divisão em três partes, a saber: o planejamento, o desenvolvimento e a integração.

4.1.3.1 – 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 realização de uma análise de lacuna – *gap analysis* – entre esses atributos e aqueles já apresentados em padrões atuais. A análise de lacuna mostrará a diferença entre os atributos que os ortodontistas precisam e aqueles já existentes, definindo-se exatamente quais deverão ser adicionados nos 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 Universidade de Loma Linda (Califórnia, EUA), Universidade de Chicago (Illinois, EUA) 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 dos objetos necessários à representação dos casos de uso em um contexto mais técnico. Com essas informações, 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.

³¹A maioria dos sistemas médicos aceita o HL7, o DICOM ou ambos.

4.1.3.2 – A elaboração

Após o consenso no tocante à utilização da tecnologia mencionada, a análise de lacuna 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 isto ocorra, 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.

4.1.3.3 – 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 isto, haverá seu lançamento, recebendo então o tratamento de 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 haverá necessariamente 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 subgrupo encarregado da criação de tais normativos.

4.1.4 – Resumo da proposta

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

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. Por este motivo, o desenvolvimento do padrão foi limitado ao domínio dos cefalogramas digitais, que constituem um elemento fundamental do padrão de prontuário eletrônico ortodôntico do paciente.

Na próxima seção, será proposto um padrão para cefalogramas digitais.

4.2 – PROPOSTA DE PADRÃO PARA CEFALOGRAMAS DIGITAIS

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 deterioração. Diversos estudos sobre o crescimento foram conduzidos no século passado, nos quais os pacientes se submetiam voluntariamente a testes de raio-x periodicamente – às vezes até mesmo com implante de marcas referenciais – para o estudo do crescimento e do desenvolvimento craniano.

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. Nesse contexto, 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 trabalhar com 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* [40] –, estabelecendo a primeira tentativa de detalhamento técnico 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 suscitadas. [34].

Esta seção empreende a aplicação das questões de resolução de imagem apresentadas em [34] bem como os de registro, discutidos em [40] 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.

4.2.1 – Requisitos para Cefalogramas Digitais

A necessidade do desenvolvimento de um padrão de cefalogramas tem persistido já há mais de quinze anos. Durante todo esse tempo, 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 a descrição dos atributos que devem acompanhar todos os cefalogramas.

4.2.1.1 – Dados demográficos do paciente

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

4.2.1.2 – 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 paciente³² 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 de magnificação; a inclusão de um escala 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 ressaltar 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 de magnificação 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.

4.2.1.3 – Orientação

A simples observação de um cefalograma, seja que for lateral ou postero-anterior, não é suficiente para a descoberta da direção em que o feixe de raio-x passou primeiro. Logo, a orientação do paciente relativa ao emissor de raio-x deve ser guardada junto ao cefalograma, pois é necessária para a correta interpretação deste.

Cumpre, outrossim, interar-se 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 indivíduos. Esse procedimento é normalmente realizado por intermédio de um cefalostato, fixando-se o sujeito em uma posição e orientando-se o feixe central de raios-x exatamente por entre o eixo transmeatal. Ao fixar o sujeito pelo ouvido, o cefalostato só permite o movimento por meio desse eixo. Já nos cefalogramas laterais, esse tipo de rotação é de pouca

³²Plano sagital mediano, para cefalogramas laterais; eixo transmeatal, para cefalogramas postero-anteriores

relevância, uma vez que pode ser facilmente corrigida girando-se fisicamente o filme do raio-x após 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 Frankfort³³ como campo obrigatório.

Essa medida apresenta duas vantagens: (1) As distâncias sobre o cefalograma podem ser relacionadas minuciosamente com as medidas sobre o sujeito e (2) o técnico é obrigado a atentar-se mais 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, α 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.

4.2.1.4 – Fiduciais SB

O uso das fiduciais SB destina-se aos cefalogramas analógicos digitalizados, que 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*.

Há quatro pinos fixados nos cantos do cefalograma com uma moldura, sendo a distância

³³O 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.

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. Cumprido, dessa forma, resolver que as fiduciais SB serão armazenadas com o cefalograma por meio do uso de seis campos que representem 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 ser derivado diretamente de um sensor de raio-x digital, é ainda preferível servir-se das fiduciais SB, pois foi comprovado empiricamente por Schnepfer [41] 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.

4.2.1.5 – 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 [34], a resolução mínima necessária para que um cefalograma seja útil no tratamento ortodôntico ou para pesquisa é de 4096 tons de cinza e 1536×1024 *pixels* sobre um filme de $8'' \times 12''$, 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*.

4.2.1.6 – Manual de implementação

Outro elemento essencial é o manual de implementação, com o detalhamento do modo de aplicação do padrão à aplicação no mundo real tais como um 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 4.1 – para qualquer desenvolvedor de *software* interessado no padrão como um parceiro da documentação do DICOM já existente.

4.2.2 – 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 convencionou 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 DICOM³⁴. 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 de Informação – *Information Object Definition* (IOD) de Imagem de raio-x (*Digital X-Ray IOD*) e Fiduciais Espaciais (*Spatial Fiducials IOD*). Essas IODs são as mais apropriadas para a representação de cefalogramas digitais com as suas fiduciais.

Nas próximas seções segue uma análise do DICOM visando o seu uso para cefalogramas digitais.

4.2.2.1 – 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.

A magnificação radiográfica pode ser codificada dentro da IOD DX do DICOM por meio do Módulo de Posicionamento (*DX Positioning Module*) [2, PS 3.3 - Page 631], o qual contém três atributos de notável utilidade:

³⁴Para mais informações sobre o DICOM, consultar a Seção 3.4 .

Fator de Magnificação Radiográfica Estimada – *Estimated Radiographic Magnification Factor* (0018,1114), determinado pela Razão da Distância Receptora de Imagem de Fonte – *Source Image Receptor Distance* (SID) sobre a Distância do Objeto da Fonte – *Source Object Distance* (SOD);

Fonte de Distância ao Paciente – *Distance Source to Patient* (0018,1111);

Fonte de Distância do Detector – *Distance Source to 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.

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 do correspondente a um *pixel* à esquerda e/ou outro abaixo corresponde sobre o paciente. Segundo a documentação do DICOM [2, PS 3.3 - Page 80], a definição oficial do termo segue:

“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, por intermédio de fiduciais ou não, 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* – *Pixel Spacing* (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, serem utilizados para a medida de objetos localizados próximo ao raio central e situado à mesma profundidade.

FIDUCIAL: os valores de Espaçamento de Pixel – *Pixel Spacing* (0028,0030) foram calibrados pelo operador ou pelo *software* de processamento de imagem por meio da medida de um objeto – a fiducial, invisível nos dados de *pixel* e de tamanho conhecido localizada próxima raio central; os valores de Espaçamento de *Pixel* podem, assim, ser utilizados na medida de objetos localizados próximos ao raio central e à mesma profundidade dentro do paciente como a fiducial.”[2, 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 a SID e a SOD.

4.2.2.2 – Orientação

Como elucidado anteriormente, é de extrema utilidade a capacidade de armazenamento, junto ao cefalograma, da determinação de qual lado o feixe atinge 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 [2, 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 postero-anterior 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 4.10). 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 – *Positioner Primary Angle* (0018,1510) e do Ângulo Posicionador Secundário – *Positioner Secondary Angle* (0018,1511). A definição do primeiro assemelha-se à de longitude – no plano equatorial, sendo este o ângulo que determina se a imagem que o acompanha 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.

4.2.2.3 – Fiduciais SB

A DICOM dispõe um modo de armazenamento de fiduciais espaciais em uma IOD denominada *Fiduciais Espaciais*, cuja utilidade precípua é voltada para a correta indicação e sobreposição de duas imagens separadas. Apesar de não ser possível armazenar a distância entre cada fiducial, a IOD tem atributos para as coordenadas. Lançando-se mão de poucos cálculos, é possível converter as distâncias a coordenadas e vice-versa. Para uma explicação matemática mais detalhada, consultar o Apêndice C.

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 – *Graphic Data* (0070,0022), o qual constitui parte do módulo das Fiduciais Espaciais, em coordenadas x e y . 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 de um sistema de coordenadas e do tamanho de *pixel* da imagem. O sistema de implementação responsabiliza-se, assim, por saber se as coordenadas de *pixel* das fiduciais 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 atentar-se para que o sistema receptor já tenha o conjunto de fiduciais. Por isso, essa consideração deve ser cuidadosamente pesada e discutida entre os membros da comunidade do DICOM.

4.2.3 – Análise de lacuna

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

Como discorrido na seção anterior, o DICOM apresenta todas as ferramentas necessárias à correta codificação de cefalogramas. Todavia, seus documentos não versam diretamente sobre aqueles, 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 4.2.1.6. 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, necessitando serem 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 cefalogramas – por exemplo, os Ângulos Primários e Secundários (0018,1111) e (0018,1110), *Fator de Magnificação Radiográfica Estimada* (0018,1508)).
3. O DICOM não determina um modo para verificação da acuidade do processo de digitalização – discutido na parte sobre Fiduciais SB 4.2.1.4).
4. O ângulo de zero grau do Ângulo Posicionador Secundário (0018,1511) é estipulado relativo ao tórax, em vez de ser relativo ao plano de Frankfort (veja 4.2.3.1).

4.2.3.1 – Uma Observação sobre o Ângulo Posicionador Secundário (0018,1511)

No DICOM, encontra-se a seguinte definição de Ângulo Posicionador Secundário (0018,1511):

“Ângulo Posicionador Secundário (0018,1511) 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 (0018,1511) é de -90 a +90 graus.”[2, PS 3.3, p. 439]

Apesar de ser satisfatório para a produção de cefalogramas, ele ainda precisa ser ligeiramente ajustado. Como é sabido, o cefalostato permite a rotação somente 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: a ângulos de 180 graus caso as costas do paciente estejam viradas para a fonte de raio-x e a zero grau quando o paciente está em posição frontal. Ângulos positivos indicam 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 4.10).

4.2.4 – Uma proposta de 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 técnicas do DICOM. As informações nela contidas foram extraídas e interpretadas a partir dos manuais do DICOM [2], utilizado para a elaboração da implementação *org. antoniomagni.dcm4ceph*, descrita na Seção 4.2.5.

No início, o leitor encontra explicações mais gerais sobre o padrão. Conteúdo mais específico pode ser consultado nas últimas subseções, onde os módulos do IOD de Imagem Digital e do IOD de Fiduciais Espaciais são analisados, com enfoque naqueles atributos que apresentam algum tipo de modificação ou especificação que vai além da já definida pelo DICOM. Esta seção não contém a documentação do DICOM completa, assim como não informa tabelas do DICOM. Apesar de serem semelhantes, as tabelas aqui contidas não contêm a Descrição de Atributo do DICOM e não se referem diretamente às Tabelas Macro. Dessa forma, recomenda-se consultar os Anexos "A" e "C", da Parte 3 da Documentação do DICOM, os quais incluem uma versão completa dessas tabelas.

Tabela 4.4: DX Series Module (C.8.11.1)

Nome do Atributo	Tag	Tipo	Anotações
Modality	(0008,0060)	1	Deve ser “DX”.
Presentation Intent Type	(0008,0068)	1	Deve ser “FOR PROCESSING” ou “FOR PRESENTATION”. Isto deve-se refletir na Tabela 4.6.

4.2.4.1 – 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.

4.2.4.2 – Considerações gerais

Os elementos básicos que compõem os cefalogramas são as informações demográficas do paciente – nome, sexo, idade, registro de identidade, plano de saúde, médico, etc –, a formação de imagem – tamanho de pixel, profundidade cromática, resolução, etc –, as informações radiofgráficas – 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 gere qualquer erro. Os módulos de IOD de Imagem DX ([2, PS 3.3, A.26]) conseguem lidar com quase todas as informações exigidas, restando aos módulos de IOD de Fiduciais Espaciais a verificação espacial, permitindo o armazenamento de fiduciais – necessários para a verificação de qualidade do processo de digitalização em coordenadas x e y .

Os cefalogramas não são imagens derivadas as quais processadas de maneira que a informação contida dentro da imagem tenha sofrido alteração. Mesmo no caso de um cefalograma de filme ser digitalizado, ainda assim não é considerado derivado. Por isso, os atributos (0008,9215) e (0008,2111) (ver Tabela 4.5) deverão ser omitidos.

Tabela 4.5: General Image Module (C.7.6.1)

Nome do Atributo	Tag	Tipo	Anotações
Referenced Image Sequence	(0008,1140)	1C	Seqüência que representa o cefalograma companheiro. Se este for o lateral, esta apontará para o PA. Se este for o PA, esse campo apontará para o lateral. Os demais campos dessa seqüencia não são mudados. Necessário apenas se houver um cefalograma companheiro.
Derivation Description	(0008,2111)	3	Deve ser omitido. Veja 4.2.4.2.
Derivation Code Sequence	(0008,9215)	3	Deve ser omitido. Veja 4.2.4.2.
Burned in Annotations	(0028,0301)	1	Indíca se o cefalograma possui informações impressas no filme suficientes para a identificação do paciente e da data que foi tirada radiografia. Deve ser dicotômica: "YES" ou "NO".

Tabela 4.6: SOP Common Module (C.12.1)

Nome do Atributo	Tag	Tipo	Anotações
SOP Class UID	(0008,0016)	1	De acordo com o tipo de imagem. Ver descrição detalhada na Seção 4.2.4.2 e a Tabela 4.4.

O Módulo Comum de SOP (*SOP Common Module* (C.12.1) deve conter corretamente o código SOP do *Digital X-Ray Storage – For Processing* com código de classe SOP

1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1.1.1

ou do *Digital X-Ray Storage – For Presentation* com código de classe SOP

1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1.1

4.2.4.3 – Especificação de conformidade

Existem dois tipos de conformidade no âmbito desse padrão: a primeira garante compatibilidade de formatação, a segunda garante também que os cefalogramas sigam os requisitos de resolução e de profundidade de tons de cinza definidos na Seção 4.2.4.4. Para determinar o tipo de conformidade, utiliza-se o atributo (0008,0068), apresentado na Tabela 4.4. Os valores permitidos são “FOR PRESENTATION” e “FOR PROCESSING”.

FOR PRESENTATION é utilizado para indicar que a imagem encapsulada não é compatível com os requisitos de profundidade de tons de cinza e resolução definidos neste padrão. Essa imagem, de qualquer forma, segue os requisitos de transferência e de armazenamento do DICOM.

FOR PROCESSING é utilizado para indicar que a imagem encapsulada é compatível com os requisitos de profundidade de tons de cinza e de resolução definidos neste padrão.

Tabela 4.7: Image Pixel Module (C.7.6.3)

Nome do Atributo	Tag	Tipo	Anotações
Samples per Pixel	(0028,0002)	1	Deve ser 1.
Rows	(0028,0010)	1	Esse valor dividido por o do Atributo Espaçamento entre-pixels – <i>Imager Pixel Spacing</i> (0018,1164) deve ser maior ou igual 128dpi (ver Tabela 4.8).
Columns	(0028,0011)	1	Esse valor dividido por o do Atributo Espaçamento entre-pixels – <i>Imager Pixel Spacing</i> (0018,1164) deve ser maior ou igual 128dpi (ver Tabela 4.8).
Bits Allocated	(0028,0100)	1	Deve ser 16 ou mais.
Bits Stored	(0028,0100)	1	Deve ser 12 ou mais.
Planar Configuration	(0028,0006)	1C	Deve ser omitido.
Pixel Aspect Ratio	(0028,0100)	1C	Deve ser omitido.
RGB Palette Color Lookup Table Descriptor	(0028,1101), (0028,1102), (0028,1103)	1C	Deve ser omitido.
RGB Palette Color Lookup Table Data	(0028,1201), (0028,1202), (0028,1203)	1C	Deve ser omitido.

Segundo o DICOM, esse campo deve combinar com o atributo da UID da Classe SOP (0008,0016)(ver Tabela 4.6).

4.2.4.4 – A resolução

Cada imagem de cefalograma deve ser armazenada com a resolução de 128dpi ou superior e de 4096 ou mais valores de escala de cinza. Isto é realizado por meio dos atributos do módulo de *Pixel de Imagem – Image Pixel Module (C.7.6.3)*. A Tabela 4.7 mostra aqueles atributos do módulo que precisam especificações além das já existentes no DICOM.

Tabela 4.8: DX Detector Module (C.8.11.4)

Nome do Atributo	Tag	Tipo	Anotações
Imager Pixel Spacing	(0018,1164)	1	O valor do Atributo <i>Rows</i> (0028.0010) ou <i>Columns</i> (0028.0011) dividido por este valor deve ser maior o igual 128dpi (ver Tabela 4.7).
Bits Allocated	(0028,0100)	1	Deve ser 16 ou mais.
Bits Stored	(0028,0100)	1	Deve ser 12 ou mais.

4.2.4.5 – O conjunto de cefalogramas

No caso de um cefalograma lateral ou PA terem sido gerados ao mesmo tempo e para o mesmo propósito, as imagens devem relacionar-se entre si do interior da Sequência de Imagem Relacionada – *Referenced Image Sequence* (0008,1140), viabilizando a correta utilização da *Image SOP Instance Reference Macro* [2, Table 10-3], definida pelo DICOM.

Apesar do DICOM especificar um atributo chamado Tipo de Imagem – *Image Type* (0008,0008) –, que serve para relacionar duas imagens deste tipo na mesma série, ele não pode ser usado, pois faz parte do Módulo de Imagem de Raio-x (C.8.7.1), o qual não constitui parte da IOD de Imagem DX.

4.2.4.6 – O posicionamento do paciente

O posicionamento do paciente relativo ao aparelho de raio-x deve ser guardado nos atributos do módulo de Posicionamento DX (C.8.11.5). A Tabela 4.9 mostra os atributos do módulo que necessitam especificações além das já existentes no DICOM.

Para cefalogramas padrões, o Ângulo Posicionador Secundário – *Positioner Secondary Angle* (0018,1511) 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

Tabela 4.9: DX Positioning Module (C.8.11.5)

Nome do Atributo	Tag	Tipo	Anotações
Patient Position	(0018,5100)	3	Omitir e utilizar (0054,0222).
View Position	(0018,5101)	3	Omitir e utilizar (0054,0222).
View Code Sequence	(0054,0222)	3	Ver Seção 4.2.4.6.
Patient Orientation Code Sequence	(0054,0410)	3	Se for utilizado, deve ser o código SNM3 número F-10440 chamado “ERECT”
Patient Orientation Modifier Code Sequence	(0054,0412)	3	Se for utilizado, deve ser o código SNM3 número F-10320 chamado “STANDING”
Distance Source to Patient	(0018,1111)	1C	Necessário se o atributo <i>Estimated Radiographic Magnification Factor</i> (0018,1114) não for utilizado.
Distance Source to Detector	(0018,1110)	1C	Necessário se o atributo <i>Estimated Radiographic Magnification Factor</i> (0018,1114) não for utilizado.
Estimated Radiographic Magnification Factor	(0018,1114)	1C	Necessário se os atributos <i>Distance Source to Detector</i> (0018,1110) e <i>Distance Source to Patient</i> (0018,1111) não forem utilizados.
Positioner Type	(0018,1508)	1	Deve ser “CEPHALOGRAM”.
Positioner Primary Angle	(0018,1510)	1	Posição do feixe raio-x em relação ao paciente.
Positioner Secondary Angle	(0018,1511)	1	Posição do feixe raio-x em relação ao paciente.
Column Angulation	(0018,1450)	3	Deve ser omitido.
Table Type	(0018,113A)	3	Se for utilizado, deve ser “FIXED”.
Table Angle	(0018,1138)	3	Deve ser omitido.
Body Part Thickness	(0018,11A0)	3	Deve ser omitido.
Compression Force	(0018,11A2)	3	Deve ser omitido.

está sendo focalizado de cabeça para baixo, o que aparenta uma situação improvável.

A Sequência de Código de Visualização (0054,0220) descreve a projeção da região ou orientação anatômica. Ela inclui uma Macro de Sequência de Código, na qual um dos elementos a seguir deve ser especificados.

```
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
```

Esses valores devem estar de acordo com o Ângulo Posicionador Primário (0018,1510) e o Ângulo Posicionador Secundário (0018,1511), principalmente no caso que estes não forma um dos quatro evidenciados na Tabela 4.10.

Os Ângulos de Posicionamento Primário e Secundário, respectivamente, (0018,1510) e (0018,1511), são utilizados para a descrição da orientação do paciente. Uma vez que a orientação do paciente define a projeção, esses valores são muito importantes para a correta determinação das distâncias na imagem de raio-x.

A maior parte dos cefalogramas são realizados a posições fixas e padronizadas tais como as descritas em Tabela 4.10 na página seguinte. Todavia, o padrão deixa margem para cefalogramas oblíquos, desde que seus ângulos de obliquidade sejam conhecidos. Com este, é possível, na verdade, computar a distorção acarretada pela rotação.

O cefalostato só permite a rotação pelo eixo transmeatal. Sendo assim, o eixo de rotação só pode ser aquele que passa pelos ouvidos (transmeatal). Portanto, ele deve ser definido a zero graus na direção paralela ao plano Frankfort: a 180 graus caso o paciente tenha suas costas viradas para a fonte de raio-x e a zero grau caso o paciente esteja de frente para o feixe de raio-x. Ângulos positivos indicam a rotação de modo que o paciente olhe para baixo; ângulos

Tabela 4.10: Ângulo primário e secundário para cefalogramas padrão.

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

negativos indicam a rotação de modo que o paciente esteja olhando para cima.

4.2.4.7 – As fiduciais

As fiduciais 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. No entanto, o DICOM não define uma metodologia simples para armazenar distâncias. Cumpre, dessa forma, converter essas distâncias em coordenadas relativas. 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 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 [2, PS 3.3, A.40].

O detalhamento da implementação pode ser encontrado na Tabela 4.11. A maioria dos módulos da IOD de Fiduciais Espaciais são suficientemente bem definidos pelo DICOM. Vale a pena lembrar que o módulo de Série de Fiduciais Espaciais – *Spatial Fiducials Series Module* (C.21.1) tem um atributo só o de Modalidade – *Modality* (0008,0060), o qual deve conter o valor “FID”.

O DICOM define uma estrutura bem elaborada para o armazenamento de cada fiducial: dentro de um módulo de fiduciais espaciais há um atributo chamado Seqüência de Conjunto de Fiduciais – *Fiducial Set Sequence* (0070,031C). Cada seqüência de conjunto contém uma seqüência de fiduciais (*Fiducial Sequence* (0070,031E)), a qual possui uma seqüência de dados de coordenadas gráficas (*Graphic Coordinates Data Sequence* (0070,0318)), que, por sua vez, abriga as coordenadas da fiducial.

Os Dados de Contorno (3006,0050) são utilizados na especificação das fiduciais, caso estas

não sejam um ponto único. O DICOM fornece um modo de armazenamento do Raio de Incerteza – *Uncertainty Radius* (0070,0312)–, caso seja necessário. No caso de as Fiduciais SB serem fixadas nos filmes antes da digitalização, o Shape Type deve ser ajustado como POINT e esse recurso não deve ser necessário.

o atributo (0008,0016), ou seja a classe SOP (ver Tabela 4.6), deve ser definida como:

```
1.2.840.10008.5.1.4.1.1.66.2  
Spatial Fiducials Storage
```

4.2.5 – dcm4ceph: uma Implementação em JAVA

Esta seção apresenta o desenvolvimento e a utilização de um *software* de implementação do padrão proposto na Seção 4.2.4.

Com vistas à testagem de funcionalidade do padrão sugerido na Seção 4.2.4, consignou-se a criação de um programa denominado *org.antoniomagni.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 *org.antoniomagni.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, serem salvos em um formato de imagem simples tais como o JPEG, o TIFF, etc. (ver Seção 4.2.1). 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 *org.antoniomagni.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 *software* foi implementando atendendo a todos os requisitos especificado na Seção 4.2.1, conforme detalhado na Seção 4.2.5.1 a seguir.

O *org.antoniomagni.dcm4ceph* não representa um servidor ou cliente DICOM com

Tabela 4.11: Spatial Fiducials Module (C.21.2)

Nome do Atributo	Tag	Tipo	Anotações
>Referenced Image Sequence	(0008,1140)	1	Deve conter uma seqüência de imagens às quais esse conjunto de fiducias – <i>Fiducial Set Sequence</i> (0070,031C) se refere. Essa seqüência deverá ter no máximo duas imagens: uma para o cefalograma lateral, outro para o PA.
»Fiducial Identifier	(0070,0310)	1C	Termo para identificar essa fiducial. Necessário caso (0070,0311) não seja definido.
»Fiducial Identifier Code Sequence	(0070,0311)	1C	Código para identificar essa fiducial. Necessário caso (0070,0310) não seja definido.
»Shape Type	(0070,0306)	1	No caso de Fiducias SB, este deverá ser “POINT”. O padrão não limita o uso desse tipo de fiduciais. Consultar a documentação DICOM para as demais possibilidades.
»Number of Contour Points	(3006,0046)	1C	Pode ser necessário caso o (0070,0306) não seja POINT.
»Contour Data	(3006,0050)	3	Pode ser necessário caso o (0070,0306) não seja POINT.
»Graphic Coordinates Data Sequence	(0070,0318)	1	Esse campo contém a seqüência de coordenadas de fiduciais, a qual deverá conter apenas um item.
»>Graphic Data	(0070,0022)	1	Esse campo contém as coordenadas de uma fiducial.
»>Referenced Image Sequence	(0008,1140)	1	Deve conter um apenas item de uma das imagens da seqüência de imagens definida acima no conjunto de fiduciais.

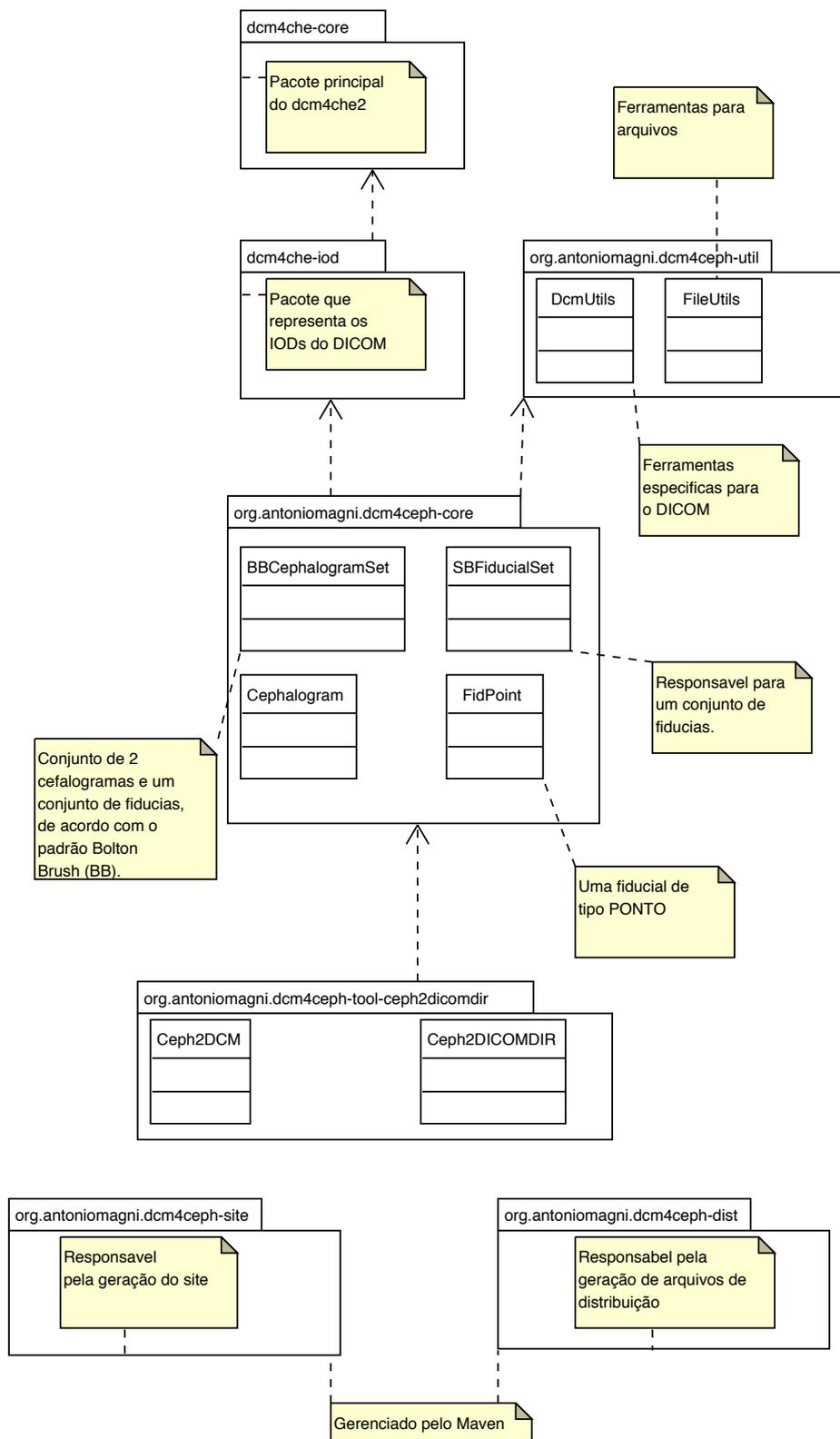


Figura 4.30: Diagrama de classe do *org.antoniomagni.dcm4ceph*. O diagrama mostra todos os módulos e a relação entre si.

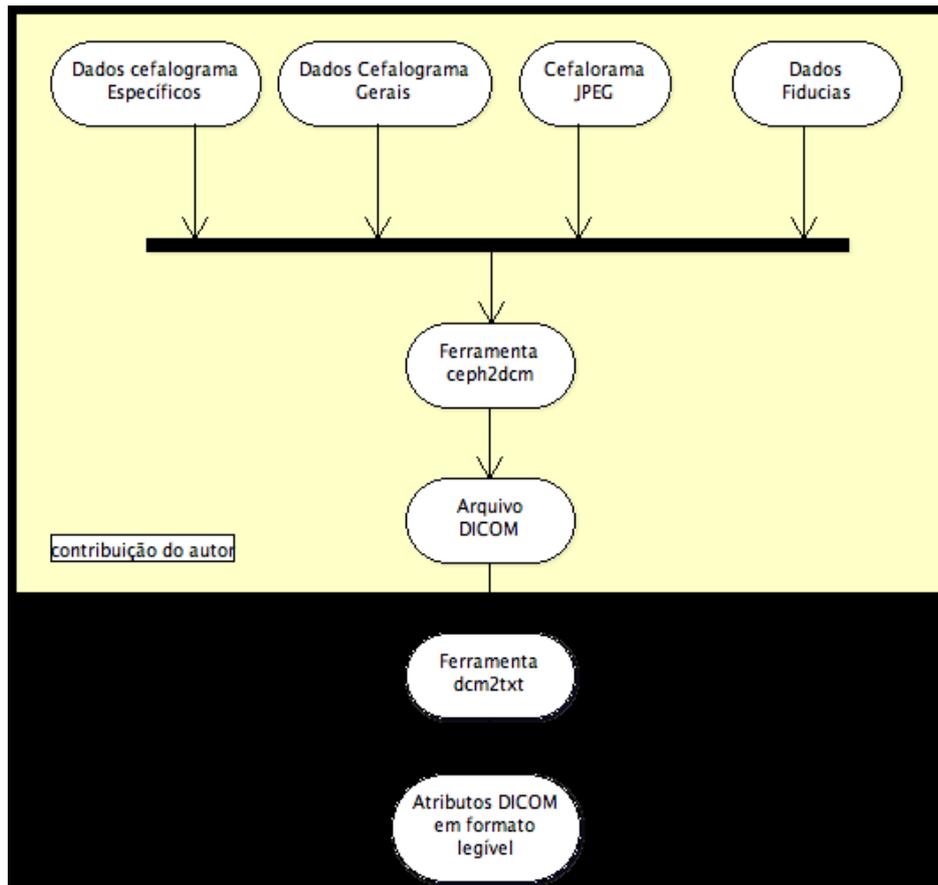


Figura 4.31: Diagrama de atividade do *org.antoniomagni.dcm4ceph-tool--ceph2dcm*.

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 situada no *Bolton Brush Growth Study Center* em Cleveland, EUA. Cada um desses conjuntos é dotado de um cefalograma PA e lateral, ambos marcados por um grupo de fidúcias 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 *org.antoniomagni.dcm4ceph* consiste de (a) um ou dois arquivos de cefalogramas em formato JPEG, (b) das informações clínicas gerais e específicas dos cefalogramas em arquivos de texto com propriedade JAVA – um para cada arquivo JPEG – e (c) das informações sobre o Grupo de Fidúcias SB Corner, também em JAVA. Já sua saída abrange um objeto do DICOM organizado e etiquetado de acordo com o padrão proposto na Seção 4.2.4 (ver Figura 4.31).

Com vista a facilitar a divulgação e estímulo a 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*.

4.2.5.1 – A implementação de Requisitos

Essa seção detalha como o *org.antoniomagni.dcm4ceph* implementa todos os requisitos especificados na Seção 4.2.1.

Os dados demográficos do paciente são já bem definidos no DICOM. Na listagem que começa na página 113 pode-se encontrar nome (*byte 694*), código identificador (*byte 712*), sexo (*byte 734*), médico (*byte 566*) e data de nascimento (*byte 726*).

A magnificação é armazenada nos *bytes 744, 758 e 772*. A percentagem de magnificação é de um menos a razão especificada no *byte 772*, ou seja

$$1 - 0,95 = 0,05 = 5\% \quad (4)$$

A orientação do paciente com relação à imagem digital é especificada nos *bytes 1014 e 1026*. A orientação relativa ao feixe de raio-x nos *bytes 826, 838* e no código dos *bytes 1242, 1258, 1270*.

As fiduciais são armazenadas na listagem que começa na página 110). A referência da imagem é incluída no *byte 806*, e as coordenadas das quatro fiducias nos *bytes 1210, 1450, 1692 e 1934*. Para calcular as coordenadas a partir das seis distâncias foi utilizado o algoritmo especificado no Apêndice C.

Para identificar cada fiducial, sendo isto um requerimento do padrão, foram escolhidos para o atributo (0070,0310) (ver *byte 1050* na listagem da Seção 4.2.5.6 e Tabela 4.11) os seguintes nomes:

No alto, à esquerda – *Top-Left*: TL

No alto, à direita – *Top-Right*: TR

Abaixo, à esquerda – *Bottom-Left*: BL

Abaixo, à direita – *Bottom-Right*: BR

4.2.5.2 – 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, entre outros elementos.

O autor deste estudo visou à produção de uma biblioteca de *software* que estimulasse a divulgação do padrão de cefalograma acima discorrido. Cumpria, detarte, 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 *org.antoniomagni.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 extremamente 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*³⁵. 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.

³⁵<http://dcm4che.sourceforge.net> e agora tambem <http://www.dcm4che.org>.

A contribuição do autor deste trabalho incidiu tanto na programação quanto na 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 *dcm4che-iod*, necessitando, portanto, serem providas. Todavia, devido a sua pouca idade, a parte de verificação está quase não-implementada. Além do mais, a criação de uma representação do IOD de Raio-x Digital em JAVA exigiria o refinamento do processo de verificação.

Todos os códigos elaborados pelo autor foram devidamente documentados com a utilização das convenções *javadoc*. Adicionalmente, providenciou-se documentação também para uma parte do código fonte existente, encontrado em um estado de quase nenhuma documentação. Durante o desenvolvimento do *org.antoniomagni.dcm4ceph*, um dos colaboradores do *dcm4che* – Damien Evans – iniciou um projeto de documentação para preparação de uma nova página na Internet oficial (<http://www.dcm4che.org>) e mais bem documentada, esforço o qual visa a finalmente fornecer a devida documentação do *dcm4che*. O autor deste prontificou-se a providenciar a documentação do pacote *dcm4che-iod*.

O *dcm4che* utiliza o *Apache Maven Project*³⁶ 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* baseada 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 e de uma informação específica central (o arquivo *pom.xml*). Adicionalmente, o *Maven* pode coexistir com outros gerenciadores de projetos tais como o *ant* e o *make*. Sendo baseado em JAVA, pela sua portabilidade e uso simples, além de suas capacidades modulares quase ilimitadas, optou-se por utilizar o *Maven* para o *org.antoniomagni.dcm4ceph* também.

O desenvolvimento desse *software* foi executado sob a plataforma Eclipse³⁷. 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*. Ela também é baseada em JAVA com código fonte livre e aberto. Há um *plug-in* para a Eclipse, o que facilita sua utilização no projeto. Devido a todas essas características e pelo fato de ser gratuita e bem atualizada, adotou-se-a.

O *back-up* e as revisões do *software* são acompanhados 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*

³⁶<http://maven.apache.org>

³⁷<http://www.eclipse.org>

Management (SCM). Por meio de sua utilização é possível o registro do histórico de arquivos de fontes e de documentos.

4.2.5.3 – Os módulos

O código para o *org.antoniomagni.dcm4ceph* foi organizado em módulos para se facilitar sua manutenção e sua possível expansão no futuro. Atualmente, apenas quatro estão sendo utilizados: o *org.antoniomagni.dcm4ceph-core*, o *org.antoniomagni.dcm4ceph-tool-ceph2dicomdir*, o *org.antoniomagni.dcm4ceph-dist* e o *org.antoniomagni.dcm4ceph-site*. A Figura 4.30 contém um diagrama de classe que mostra as relações e funções de cada módulo.

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 .

O módulo *org.antoniomagni.dcm4ceph-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 apresenta 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.

4.2.5.4 – A utilização

Para se converter um cefalograma digital para o formato DICOM, é necessária a utilização da utilidade *ceph2dicomdir* . Dentro do pacote de distribuição 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.

4.2.5.5 – A orientação da imagem

A Orientação de Imagem – *Image Orientation* (0020,0037), de acordo com a documentação DICOM, deveria ser especificada por meio do campo Orientação do Paciente – *Patient Orientation* (0020,0020). Este campo contém dois caracteres: o primeiro sobre o lado do

paciente na direção crescente da linha de *pixels*, o segundo sendo o lado do paciente na direção crescente da coluna de *pixels*. Apesar dessa definição, alguns *softwares* de visualização não se atentam a esse Atributo. Por isto, adicionou-se o Atributo Orientação da Imagem, que repete essa informação utilizando cossenos de direção.

Apesar de esse Atributo não fazer parte dos módulos da IOD de Raio-x Digital, ele foi incluído temporariamente para facilitar a criação das letras de orientação acima das imagens visualizadas no *OsiriX* (ver *byte* 1014 e 1026 na listagem da página 113).

4.2.5.6 – Resultados da implementação

Esta seção apresenta os arquivos de saída do programa *org.antoniomagni.dcm4ceph*, os quais são em formato binário DICOM, porém, com a utilização do pacote *dcm2txt* do *dcm4che* é possível obter uma formatação legível de qualquer arquivo DICOM.

O *dcm2txt* formata os atributos DICOM em 6 colunas: a primeira indica o *byte* em qual começa o atributo; a segunda coluna especifica o número do *Tag* DICOM do atributo; e a terceira é o tipo de dado: na parte 5 do manual DICOM, essas siglas são especificadas (*DICOM value representations*). A quarta coluna indica o tamanho do atributo em *bytes*, a quinta o conteúdo do atributo e a última o nome do atributo, correspondente ao *Tag* da coluna 2.

Caso haja um > precedendo o *Tag*, significa que este atributo é sub-ordenado ao atributo precedente, constituindo parte de uma seqüência de atributos. O autorda presente adicionou comentários dentro da listagem entre uma série de === para facilitar a leitura. Esses comentários foram adicionados só no final, e não fazem parte então nem dos atributos DICOM, nem do *dcm4che*.

A seguinte listagem foi gerada a partir da aplicação da ferramenta *dcm2txt* em um arquivo DICOM das fiduciais gerado pelo *org.antoniomagni.dcm4ceph*. É possível verificar que os atributos correspondem às especificações definidas na seção 4.2.4.

```
===== Cabeçalho DICOM =====
132: (0002,0000) UL #4 [184] Group Length
144: (0002,0001) OB #2 [00\01] File Meta Information Version
158: (0002,0002) UI #28 [1.2.840.10008.5.1.4.1.1.66.2] Media Storage SOP Class UID
194: (0002,0003) UI #56
      [1.2.40.0.13.1.192.168.27.104.6889270.20060805173349372.5] Media
      Storage SOP Instance UID
258: (0002,0010) UI #18 [1.2.840.10008.1.2] Transfer Syntax UID
```

284:(0002,0012) UI #16 [1.2.40.0.13.1.1] Implementation Class UID
308:(0002,0013) SH #12 [dcm4che-2.0] Implementation Version Name
328:(0008,0005) CS #10 [ISO_IR 100] Specific Character Set
===== Atributos Gerais da Spatial Fiducials IOD =====
346:(0008,0016) UI #28 [1.2.840.10008.5.1.4.1.1.66.2] SOP Class UID
382:(0008,0018) UI #56
[1.2.40.0.13.1.192.168.27.104.6889270.20060805173349372.5] SOP
Instance UID
446:(0008,0023) DA #8 [20060805] Content Date
462:(0008,0033) TM #10 [173349.943] Content Time
480:(0008,0060) CS #4 [FID] Modality
492:(0020,000D) UI #58
[1.2.40.0.13.1.192.168.27.104.6889270.20060805173349372.11] Study
Instance UID
558:(0020,000E) UI #56
[1.2.40.0.13.1.192.168.27.104.6889270.20060805173349372.9] Series
Instance UID
622:(0020,0010) SH #56
[1.2.40.0.13.1.192.168.27.104.6889270.20060805173349372.6] Study ID
686:(0020,0013) IS #0 [] Instance Number
694:(0070,0080) CS #4 [BB1] Content Label
706:(0070,0081) LO #22 [Bolton Brush Template] Content Description
736:(0070,031C) SQ #-1 Fiducial Set Sequence
744:>(FFFE,E000) #-1 Item
752:>(0008,1140) SQ #-1 Referenced Image Sequence
760:>>(FFFE,E000) #-1 Item
768:>>(0008,1150) UI #30 [1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1.1.1] Referenced SOP Class UID
806:>>(0008,1155) UI #56
[1.2.40.0.13.1.192.168.27.104.6889270.20060805173349372.1]
Referenced SOP Instance UID
870:>>(FFFE,E00D) #0 Item Delimitation Item
878:>>(FFFE,E000) #-1 Item
886:>>(0008,1150) UI #30 [1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1.1.1] Referenced SOP Class UID
924:>>(0008,1155) UI #56
[1.2.40.0.13.1.192.168.27.104.6889270.20060805173349372.3]
Referenced SOP Instance UID
988:>>(FFFE,E00D) #0 Item Delimitation Item
996:>>(FFFE,E0DD) #0 Sequence Delimitation Item
1004:>(0070,031E) SQ #-1 Fiducial Sequence
===== Primero Fiducial =====
1012:>>(FFFE,E000) #-1 Item
1020:>>(0070,0306) CS #6 [POINT] Shape Type
1034:>>(0070,030F) ST #8 [Top Left] Fiducial Description
1050:>>(0070,0310) SH #2 [TL] Fiducial Identifier
1060:>>(0070,0318) SQ #-1 Graphic Coordinates Data Sequence
1068:>>>(FFFE,E000) #-1 Item
1076:>>>(0008,1140) SQ #-1 Referenced Image Sequence
1084:>>>>(FFFE,E000) #-1 Item
1092:>>>>(0008,1150) UI #30 [1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1.1.1] Referenced
SOP Class UID
1130:>>>>(0008,1155) UI #56
[1.2.40.0.13.1.192.168.27.104.6889270.20060805173349372.1]
Referenced SOP Instance UID
1194:>>>>(FFFE,E00D) #0 Item Delimitation Item
1202:>>>>(FFFE,E0DD) #0 Sequence Delimitation Item
1210:>>>>(0070,0022) FL #8 [-154.0\3576.0] Graphic Data
1226:>>>>(FFFE,E00D) #0 Item Delimitation Item
1234:>>>>(FFFE,E0DD) #0 Sequence Delimitation Item
1242:>>>>(FFFE,E00D) #0 Item Delimitation Item

```

===== Segundo Fiducial =====
1250:>>(FFFE,E000) #-1 Item
1258:>>(0070,0306) CS #6 [POINT] Shape Type
1272:>>(0070,030F) ST #10 [Top Right] Fiducial Description
1290:>>(0070,0310) SH #2 [TR] Fiducial Identifier
1300:>>(0070,0318) SQ #-1 Graphic Coordinates Data Sequence
1308:>>>(FFFE,E000) #-1 Item
1316:>>>(0008,1140) SQ #-1 Referenced Image Sequence
1324:>>>>(FFFE,E000) #-1 Item
1332:>>>>(0008,1150) UI #30 [1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1.1.1] Referenced
    SOP Class UID
1370:>>>>(0008,1155) UI #56
    [1.2.40.0.13.1.192.168.27.104.6889270.20060805173349372.1]
    Referenced SOP Instance UID
1434:>>>>(FFFE,E00D) #0 Item Delimitation Item
1442:>>>>(FFFE,E0DD) #0 Sequence Delimitation Item
1450:>>>>(0070,0022) FL #8 [3052.0\3591.0] Graphic Data
1466:>>>>(FFFE,E00D) #0 Item Delimitation Item
1474:>>>>(FFFE,E0DD) #0 Sequence Delimitation Item
1482:>>>>(FFFE,E00D) #0 Item Delimitation Item
===== Terçero Fiducial =====
1490:>>(FFFE,E000) #-1 Item
1498:>>(0070,0306) CS #6 [POINT] Shape Type
1512:>>(0070,030F) ST #12 [Bottom Right] Fiducial Description
1532:>>(0070,0310) SH #2 [BR] Fiducial Identifier
1542:>>(0070,0318) SQ #-1 Graphic Coordinates Data Sequence
1550:>>>(FFFE,E000) #-1 Item
1558:>>>(0008,1140) SQ #-1 Referenced Image Sequence
1566:>>>>(FFFE,E000) #-1 Item
1574:>>>>(0008,1150) UI #30 [1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1.1.1] Referenced
    SOP Class UID
1612:>>>>(0008,1155) UI #56
    [1.2.40.0.13.1.192.168.27.104.6889270.20060805173349372.1]
    Referenced SOP Instance UID
1676:>>>>(FFFE,E00D) #0 Item Delimitation Item
1684:>>>>(FFFE,E0DD) #0 Sequence Delimitation Item
1692:>>>>(0070,0022) FL #8 [3059.0\0.0] Graphic Data
1708:>>>>(FFFE,E00D) #0 Item Delimitation Item
1716:>>>>(FFFE,E0DD) #0 Sequence Delimitation Item
1724:>>>>(FFFE,E00D) #0 Item Delimitation Item
===== Quarto Fiducial =====
1732:>>(FFFE,E000) #-1 Item
1740:>>(0070,0306) CS #6 [POINT] Shape Type
1754:>>(0070,030F) ST #12 [Bottom Left] Fiducial Description
1774:>>(0070,0310) SH #2 [BL] Fiducial Identifier
1784:>>(0070,0318) SQ #-1 Graphic Coordinates Data Sequence
1792:>>>(FFFE,E000) #-1 Item
1800:>>>(0008,1140) SQ #-1 Referenced Image Sequence
1808:>>>>(FFFE,E000) #-1 Item
1816:>>>>(0008,1150) UI #30 [1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1.1.1] Referenced
    SOP Class UID
1854:>>>>(0008,1155) UI #56
    [1.2.40.0.13.1.192.168.27.104.6889270.20060805173349372.1]
    Referenced SOP Instance UID
1918:>>>>(FFFE,E00D) #0 Item Delimitation Item
1926:>>>>(FFFE,E0DD) #0 Sequence Delimitation Item
1934:>>>>(0070,0022) FL #8 [0.0\0.0] Graphic Data
1950:>>>>(FFFE,E00D) #0 Item Delimitation Item
1958:>>>>(FFFE,E0DD) #0 Sequence Delimitation Item

```

```
1966:>>(FFFE,E00D) #0 Item Delimitation Item
1974:>>(FFFE,E0DD) #0 Sequence Delimitation Item
1982:>(FFFE,E00D) #0 Item Delimitation Item
1990:>(FFFE,E0DD) #0 Sequence Delimitation Item
```

A seguinte listagem foi gerada a partir da aplicação da ferramenta `dcm2txt` em de um arquivo DICOM de um cefalograma gerado pelo `org.antoniomagni.dcm4ceph`. É possível verificar que os atributos correspondem às especificações definidas na seção 4.2.4.

```
===== Cabeçalho DICOM =====
132:(0002,0000) UL #4 [192] Group Length
144:(0002,0001) OB #2 [00\01] File Meta Information Version
158:(0002,0002) UI #30 [1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1.1.1] Media Storage SOP Class
    UID
196:(0002,0003) UI #58
    [1.2.40.0.13.1.192.168.27.104.18587569.20060722181037067.1] Media Storage
    SOP Instance UID
262:(0002,0010) UI #22 [1.2.840.10008.1.2.4.50] Transfer Syntax UID
292:(0002,0012) UI #16 [1.2.40.0.13.1.1] Implementation Class UID
316:(0002,0013) SH #12 [dcm4che-2.0] Implementation Version Name
336:(0008,0005) CS #10 [ISO_IR 100] Specific Character Set
===== DX Image IOD =====
354:(0008,0016) UI #30 [1.2.840.10008.5.1.4.1.1.1.1.1] SOP Class UID
392:(0008,0018) UI #58
    [1.2.40.0.13.1.192.168.27.104.18587569.20060722181037067.1] SOP Instance UID
458:(0008,0020) DA #8 [20060722] Study Date
474:(0008,0021) DA #8 [20060722] Series Date
490:(0008,0030) TM #10 [181037.367] Study Time
508:(0008,0031) TM #10 [181037.077] Series Time
526:(0008,0050) SH #0 [] Accession Number
534:(0008,0060) CS #2 [DX] Modality
544:(0008,0068) CS #14 [FOR PROCESSING] Presentation Intent Type
566:(0008,0090) PN #10 [ANONYMOUS] Referring Physician's Name
584:(0008,103E) LO #20 [LATERAL CEPHALOGRAM] Series Description
612:(0008,2218) SQ #-1 Anatomic Region Sequence
624:>(FFFE,E000) #-1 Item
632:>(0008,0100) SH #8 [T-D1100] Code Value
648:>(0008,0102) SH #4 [SNM3] Coding Scheme Designator
660:>(0008,0104) LO #10 [Head, NOS] Code Meaning
678:>(FFFE,E00D) #0 Item Delimitation Item
686:>(FFFE,E0DD) #0 Sequence Delimitation Item
694:(0010,0010) PN #10 [ANONYMOUS] Patient's Name
712:(0010,0020) LO #6 [B1893] Patient ID
726:(0010,0030) DA #0 [] Patient's Birth Date
734:(0010,0040) CS #2 [M] Patient's Sex
744:(0018,1110) DS #6 [1524.0] Distance Source to Detector
758:(0018,1111) DS #6 [1611.0] Distance Source to Patient
772:(0018,1114) DS #12 [0.9459963] Estimated Radiographic Magnification Factor
792:(0018,113A) CS #6 [FIXED] Table Type
806:(0018,1508) CS #12 [CEPHALOSTAT] Positioner Type
826:(0018,1510) DS #4 [90.0] Positioner Primary Angle
838:(0018,1511) DS #4 [0.0] Positioner Secondary Angle
850:(0020,000D) UI #58
    [1.2.40.0.13.1.192.168.27.104.18587569.20060722181037067.6] Study Instance
    UID
```

```

916:(0020,000E) UI #58
    [1.2.40.0.13.1.192.168.27.104.18587569.20060722181037067.7] Series Instance
    UID
982:(0020,0010) SH #2 [12] Study ID
992:(0020,0011) IS #4 [0002] Series Number
1004:(0020,0013) IS #2 [02] Instance Number
1014:(0020,0020) CS #4 [F\P] Patient Orientation
1026:(0020,0037) DS #24 [0.0\ -1.0\0.0\0.0\0.0\1.0] Image Orientation (Patient)
1058:(0020,0062) CS #2 [U] Image Laterality
1068:(0028,0002) US #2 [1] Samples per Pixel
1078:(0028,0004) CS #12 [MONOCHROME2] Photometric Interpretation
1098:(0028,0010) US #2 [5120] Rows
1108:(0028,0011) US #2 [4096] Columns
1118:(0028,0030) DS #22 [0.08466667\0.08466667] Pixel Spacing
1148:(0028,0100) US #2 [16] Bits Allocated
1158:(0028,0101) US #2 [16] Bits Stored
1168:(0028,0102) US #2 [15] High Bit
1178:(0028,0103) US #2 [0] Pixel Representation
1188:(0028,1052) DS #4 [0.0] Rescale Intercept
1200:(0028,1053) DS #4 [1.0] Rescale Slope
1212:(0028,1054) CS #2 [US] Rescale Type
1222:(0054,0220) SQ #-1 View Code Sequence
1234:>(FFFE,E000) #-1 Item
1242:>(0008,0100) SH #8 [R-10236] Code Value
1258:>(0008,0102) SH #4 [SNM3] Coding Scheme Designator
1270:>(0008,0104) LO #12 [left lateral] Code Meaning
1290:>(FFFE,E00D) #0 Item Delimitation Item
1298:>(FFFE,E0DD) #0 Sequence Delimitation Item
1306:(0054,0410) SQ #-1 Patient Orientation Code Sequence
1318:>(FFFE,E000) #-1 Item
1326:>(0008,0100) SH #8 [F-10440] Code Value
1342:>(0008,0102) SH #4 [SNM3] Coding Scheme Designator
1354:>(0008,0104) LO #6 [ERECT] Code Meaning
1368:>(FFFE,E00D) #0 Item Delimitation Item
1376:>(FFFE,E0DD) #0 Sequence Delimitation Item
===== Começo da Imagem =====
1384:(7FE0,0010) OB #-1 Pixel Data
1396:>(FFFE,E000) #0 [] Item
1404:>(FFFE,E000) #1153166
    [FF\D8\FF\E0\00\10\4A\46\49\46\00\01\02\01\02\00\02\00\00\00\FF\...] Item
1154578:>(FFFE,E0DD) #0 Sequence Delimitation Item

```

Neste capítulo, apresentou-se uma proposta para o desenvolvimento de um padrão de orto-PEP e delimitou-se um domínio menor – focalizado em cefalogramas digitais – para a sua execução. Trabalhou-se, então, com uma proposta de padrão para cefalogramas digitais, considerando-se estes parte fundamental do orto-PEP. No final, a funcionalidade deste padrão foi comprovada por intermédio de uma implementação em JAVA, cujos resultados foram discutidos.

A primeira parte desse trabalho será submetida ao ADA SCDI para execução, em parte ou no todo, na próxima reunião de Outubro de 2006, em Las Vegas, NV (EUA). A segunda parte

será incluída em uma proposta³⁸ de projeto patrocinado pela Fundação da Associação Dental Americana – *American Association of Orthodontics Foundation (AAOF)* –, em Dezembro 2006. Concluindo, esse projeto visa recuperar uma parte das valiosas coleções de estudos antigos de cefalogramas discutidos na Seção 4.2.

³⁸Preparada pela Case Western Reserve University, Cleveland, OH (EUA)

5 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este estudo instaura a possibilidade de findar 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 de 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 lacuna* do domínio ortodôntico e dos padrões existentes; a utilização desta para completar padrões existentes com a funcionalidade necessária com vistas à contemplação de dados ortodônticos; o desenvolvimento de relatórios técnicos de alto nível para a documentação do processo de implementação; a distribuição e mecanismos de testes 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 de sua elaboração e prover uma especificação mais apurada 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 presta-se a detalhar proposta de supervisão pelo SCDI da ADA no desenvolvimento desse padrão.

Sobre o presente empreendimento, convém avaliar a viabilidade do padrão aqui proposto. Tendo em vista o sucesso da demonstração do protótipo concebido para esse propósito, conclui-se que o objetivo que a proposta ambiciona reveste-se de pleno sentido e utilidade. Deve-se considerar, também para fins de bons resultados, compatibilidade entre os elementos harmonizados. Dessa forma, a implementação do padrão apresentado mostra-se perfei-

tamente viável em sua plenitude, indo ao encontro das necessidades de compilação de dados eletrônicos no campo da ortodontia. Por outro lado, a supervisão deste pelas respectivas organizações do HL7, DICOM e Especificação 1000 garante ainda mais um projeto bem-sucedido.

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 moroso, obrigando 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 deste. 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.

Adicionalmente, desenvolveu-se um programa para a implementação das regras estipuladas pelo padrão, tendo sido criadas em uma linguagem independente de plataforma (JAVA) e sob acordo de licença de fonte aberta – *Lesser GNU Public License* (LGPL). Esse programa transforma imagens JPEG com as informações clínicas em dois arquivos de configuração em um arquivo que segue as especificações DICOM. Essas imagens foram abertas e testadas com sucesso com o *OsiriX*, um visualizador DICOM de fonte aberta.

Tem-se em conta o fato de que os cefalogramas necessitam ser armazenados junto a informações, não podendo, assim, serem salvos em um formato de imagem simples tais como o JPEG. Ademais, 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 *software* desenvolvido permite o encapsulamento de todas as 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. Sedo assim, o projeto referido mostra-se não somente viável, mas imprescindível.

Por todas as razões elencadas, esta dissertação representa uma importante milha na trilha 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 4.1.

Tencionando-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.

Este estudo foi apresentado primeiramente em formato de *Poster* no encontro anual da Associação Americana de Ortodontia[42], sendo subseqüentemente aceito para publicação no *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*[33].

Referências

- [1] The Health Level Seven. HL7 V3 Guide. Unpublished. Ballots available at: <http://www.hl7.org/v3ballot/html/index.htm>, May 2006.
- [2] National Electrical Manufacturers Associations. The DICOM standard. <http://medical.nema.org/>, 2006. URL <http://medical.nema.org>.
- [3] Peter Szolovits. *Artificial Intelligence and Medicine*. Westview Press, Boulder, Colorado, 1982.
- [4] P. J. Embi. Information at hand: using handheld computers in medicine. *Cleveland Clinic journal of medicine*, 68(10):40–842, 845–846, 848–849, 2001.
- [5] M. A. Mixdorf and R. E. Goldsworthy. A history of computers and computerized imaging. *Radiologic technology*, 67(4):291–6, 1996.
- [6] Hugh R. Phillis. The road to paperless nirvana. <http://www.oc-j.com/>, 2003. URL <http://www.oc-j.com/dec03/Paperless.htm>.
- [7] Robert M Ricketts. The evolution of diagnosis to computerized cephalometrics. *American Journal of Orthodontics*, 55(6):795–803, 1969.
- [8] David Bearn and Christopher Lowe. Computer-aided learning in orthodontics: is there any out there? *Journal of Orthodontics*, 28(4):314–316, 2001.
- [9] D. J. Halazonetis. Design and test orthodontic loops using your computer. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopaedics*, (111):237–241, 1997.
- [10] L. J. Williams and R. C. Thurow. Computers in orthodontics. *American Journal of Orthodontics*, 63(5):543–4, 1973.
- [11] E. A. BeGole. Software development for the management of cephalometric radiographic data. *Computer Programs in Biomedicine*, 11(2):175–82, 1980.
- [12] R. F. Sloan. Computer applications in orthodontics. *International dental journal*, 30(3): 189–200, 1980.
- [13] National Electrical Manufacturers Associations. The DICOM standard. <http://medical.nema.org/>, 2004. URL <http://medical.nema.org>.
- [14] Bercu Fisher. *Clinical Orthodontics: A guide to the sectional method*. W. B. Saunders Company, Philadelphia, 1957.
- [15] Edward H. Angle. *Treatment of Malocclusion of the Teeth*. S. S. White Manufacturing Company, Philadelphia, 7th edition, 1907.

- [16] F. B. Noyes. What should be the relation of the orthodontist and the dentist? *Dental Cosmos*, 13:69–70, 1911.
- [17] T. C. White, J. H. Gardiner, and B. C. Leighton. *Orthodontics for Dental Students*. Staples Press, London, 1954.
- [18] T. M. Graber. *Orthodontics: Principles and practice*. W. B. Saunders Company, 1972.
- [19] T. M. Graber. Panoramic radiography in dentistry. *Journal Canadian Dental Association*, 31:158–173, 1965.
- [20] T. M. Graber. Diagnosis and panoramic radiography. *American Journal of Orthodontics*, 53:799–821, 1967.
- [21] R. M. Hauck. Documentation of tooth movement by means of panoramic radiography. *American Journal of Orthodontics*, 57:386–392, 1970.
- [22] M. Hellman. An introduction to growth of the human face from infancy to adulthood. *International Journal of Orthopedic Oral Surgery and Radiology*, 18:777–798, 1932.
- [23] A. J. Pacini. Roentgen ray anthropometry of the skull. *J. Radiol.*, 42:230, 322, 418, 1922.
- [24] B. H. Broadbent. A new x-ray technique and its application to orthodontia. *Angle Orthodontics*, 1:45, 1931.
- [25] H. Hofrath. Die Bedeutung der Röntgenfern- und Abstandsaufnahme für die Diagnostik der Kieferanomalien. *Fortschr. Orthodont.*, 1:232, 1931.
- [26] Sheldon Baumrind and D.M. Miller. Computer-aided head film analysis: The University of California, San Francisco method. *American Journal of Orthodontics*, 78:41–65, 1980.
- [27] Align Technology Inc. et al. Plan for digital orthodontic standards. Initial proposal used to start an ADA SCDI working group., 2004.
- [28] William E. Harrell, Sharon Stanford, and Paul Bralower. ADA initiates development of orthodontic informatic standards. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, August:153–156, 2005.
- [29] The Health Level Seven. Overview of health level seven. Mailed to Members, 05 2005.
- [30] The Health Level Seven. HL7 version 2: Xml encoding syntax, release 1. *ANSI*, 2003.
- [31] The Health Level Seven. *HL7 Messaging Standard Version 2.5. An Application Protocol for Electronical Data Exchange for Healthcare Environments*, 2003.

- [32] The Health Level Seven. *The HL7 Development Framework*. The Health Level 7, 2.0.0 edition, May 2005.
- [33] Antonio F. Magni, Robson de Oliveira Albuquerque, Rafael Timóteo de Sousa Júnior, Mark G. Hans, and Franco G. Magni. Solving incompatibilities between orthodontic electronic patient records. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, In Press.
- [34] Mark G. Hans, Sean O'Callaghan, Hui ling Chen, Cecil Thomas, J. Martin Palomo, and Jr. B. Holly Broadbent. Standard for digital storage of cephalometric radiographs. In James A. Mcnamara, editor, *Information Technology and Orthodontic Treatment*, 2003.
- [35] National Electrical Manufacturers Associations. DICOM strategic document. <http://medical.nema.org/>, 1300 North 17th Street, Suite 1847, Rosslyn, VA 22209, 2005. URL <http://medical.nema.org/>.
- [36] Mark Diehl. 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, February 2003.
- [37] American Dental Association. Proposed American Dental Association technical report no. 1023-Implementation requirements for DICOM in dentistry. Technical report, American Dental Association, 2004.
- [38] J. Viohl. [status of national and international dental standards. 3. standards for preservative materials]. *Deutsche zahnärztliche Zeitschrift*, 36:30–33, 1981.
- [39] Boston Public Health Commission. Dental standards of care. <http://www.bphc.org>, 1998.
- [40] American Association of Orthodontics Foundation. Standards for digital storage, retrieval, and analysis of orthodontic records workshop report. Technical report, Bolton-Brush Growth Study Center, Cleveland, OH, March 1993.
- [41] Gretchen Marie Schnepper. Magnification in images produced by five popular digital lateral cephalometric machines. Master's thesis, Loma Linda University, Loma Linda, CA, USA, 2005.
- [42] Antonio F. Magni, Franco G. Magni, Mark G. Hans, and Rafael DeSousa Jr. PANIO: The first orthodontic standard. In *American Association of Orthodontics Annual Session*, 2005. Scientific Posterboard.

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*. Esse 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 necessário um escopo muito mais amplo – primeiramente elaboramos um modelo o processo de serviço odontológico e percebemos que a odontologia compartilha muitas informações com outras especialidades 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. Dentre 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 apresentar 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 à possível perda de vantagem competitiva.

Uma outra razão aventada por estes para essa demora é que a Especificação 1000 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 Conceptual – *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 Gerenciador de Transcrição – *Transcription Manager* (RCMR_AR000001) – para um caso especializado de uma aplicação de gerenciador de documento denominada sistema de patologia cirúrgica (RCMR_AR000002).”[1]

C – 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 realiza 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 C.32 na página 128 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 .

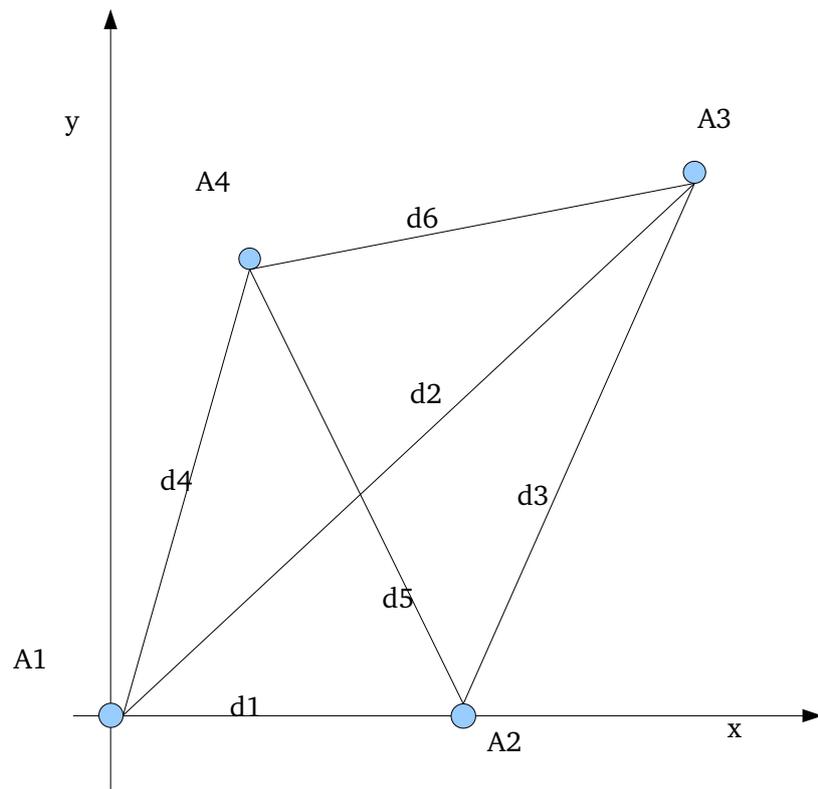


Figura C.32: As fiduciais e suas distâncias.

D – USANDO O L^AT_EX PARA FORMATAR ESTA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Para a correta formatação deste trabalho, foi utilizada a plataforma L^AT_EX, pacote destinado à preparação de textos impressos de forma esmerada. Sua alta qualidade, confiabilidade e seu preço levaram o autor desta a optar por essa plataforma em detrimento de outras que gozam de maior popularidade.

Este apêndice contempla a plataforma L^AT_EX tanto em seu aspecto benéfico quanto ao que prescinde aprimoramento, bem como a apresentação de um pacote desenvolvido para facilitar a geração de dissertações de mestrado para o Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Brasília, com a esperança de que mais alunos possam tirar proveito das vantagens granjeadas com o uso do L^AT_EX com pouco ou nenhum trabalho. De fato, servindo-se desse pacote, o aluno poderá concentrar-se no conteúdo do seu trabalho, dispensando a preocupação com qualquer tipo de formatação.

D.1 – PROGRAMAS DE PROCESSAMENTO DE TEXTO

É possível dividir os programas de processamento de texto em duas classes. Neles, há um *menu* na tela apresentando os recursos passíveis de utilização no processamento do texto, os quais, por sua vez, podem ser selecionados com o uso do *mouse*. Depois de selecionado um recurso, o texto é digitado e aparece na tela exatamente como vai ser impresso no papel. O usuário pode imediatamente visualizar, no estágio de entrada do texto, se o texto será impresso como esperado. Este método é chamado “*what-you-see-is-what-you-get*” ou simplesmente “WYSWYG”. A segunda classe, pertencente ao L^AT_EX³⁹. Neste, o processamento do texto é feito em duas etapas distintas. O texto a ser impresso e os comandos de formatação são escritos em um arquivo fonte com o uso de um editor de textos, isto é, um programa que escreve textos em meio magnético. Em seguida, o arquivo fonte é submetido a um programa formatador de textos, no nosso caso o L^AT_EX, o qual gera um arquivo de saída, que pode ser impresso ou visualizado na tela. Programas deste tipo podem parecer inicialmente mais complicados comparativamente, mas apresentam uma série de vantagens em relação aos processadores de texto, como por exemplo:

- Mudanças na formatação do texto inteiro com apenas a alteração mudança de alguns

³⁹O L^AT_EX é um pacote feito para a preparação de textos impressos de alta qualidade, destinado mormente a textos matemáticos. Ele foi desenvolvido por Leslie Lamport a partir do programa T_EX criado por Donald Knuth.

comandos;

- Preservação da formatação e organização originais do texto à medida que o documento se reveste de complexidade. É comum, em editores de text WYSISYG, incoerências escamoteadas decorrentes da formatação contínua, como por exemplos a ocorrência de títulos de seções em branco ou espaços formatados em negrito ou em itálico;

Essas inconsistências aumentam a possibilidade de o documento não ser formatado do modo correto. No caso do \LaTeX , isto é pouco provável, pois o usuário tem controle total do código fonte do documento em questão, tornando-o ideal para documentos extensos tais como livros ou dissertações.

- Escrita de fórmulas complexas mediante a utilização de comandos, apenas;
- Numeração automática de fórmulas, seções, definições, exemplos e teoremas, o que permite mudanças na ordem do texto sem a necessidade de troca dos números dos itens;
- Citações automáticas de fórmulas, seções, definições, exemplos, teoremas e de referências bibliográficas, de forma que mudanças no texto não acarretam erros nas citações.

D.2 – O PACOTE `unbft`

A despeito da existência de uma classe \LaTeX para formatação de documentos \TeX segundo as normas do Departamento de Engenharia Elétrica da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, este encontrava-se desatualizado, com pouca documentação e não muito automatizado. Foi então desenvolvido acima da classe \LaTeX `article`, um pacote chamado `unbft`, contendo as características a seguir:

- Geração automática da folha de título;
- Geração automática da folha de aprovação;
- Geração automática de ficha catalográfica e cessão de direitos;
- Espaço para agradecimentos e dedicatória;
- Espaços separados para resumo e *abstract*, como o cabeçalho de acordo com as normas da Faculdade de Tecnologia;
- Geração automática de sumário;

- Geração automática de lista de tabelas e de figuras;
- Geração automática da folha de apêndice;
- Geração automática de referências bibliográficas;
- Manual de uso;
- Arquivo de *layout* para o programa LyX, um editor de texto quase WYSISYG baseado no \LaTeX .

A filosofia do \LaTeX postula não se preocupar com a formatação, mas com o conteúdo do texto. O pacote `unbft` apóia essa filosofia, facilitando ainda mais o trabalho do autor de monografias graduação e de dissertações de mestrado na área de Engenharia Elétrica da Universidade de Brasília.

O pacote, o qual contém arquivos para instalação e geração da documentação, pode ser transferido do sito <http://unbft.antoniomagni.org/downloads>.