

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE INFORMÁTICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM COMPUTAÇÃO

**Um Modelo de Metadados para a Indexação e
Recuperação de Imagens Médicas na Web**

por

SILVIO ANTONIO CARRO

Dissertação submetida à avaliação,
como requisito parcial para a obtenção do grau de
Mestre em Ciência da Computação

Prof. Dr Jacob Scharcanski
Orientador

Porto Alegre, dezembro de 2003.

CIP – CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Carro, Silvio Antonio

Um Modelo de Dados para a Indexação e Recuperação de Imagens Médicas na Web / por Silvio Antonio Carro. — Porto Alegre: PPGC da UFRGS, 2003.

91 f.: il.

Dissertação (mestrado) —Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação, Porto Alegre, BR-RS, 2003. Orientador: Scharcanski, Jacob.

1. Imagens Médicas. 2. Metadados. 3. RDF. I. Scharcanski, Jacob. II. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Reitora: Profa. Wrana Maria Panizzi

Pró-Reitor de Ensino: Prof. José Carlos Ferraz Hennemann

Pró-Reitora Adjunta de Pós-Graduação: Profa. Jocélia Grazia

Diretor do Instituto de Informática: Prof. Philippe Oliver Alexandre Navaux

Coordenador do PPGC: Prof. Carlos Alberto Heuser

Bibliotecária-Chefe do Instituto de Informática: Beatriz Regina Bastos Haro

A Deus, por tudo...e
... à minha família, razão da minha vida.

“ ... I can give you nothing that has not already its being within yourself. I can throw open to you no picture gallery but your own soul. All I can give you is the opportunity, the impulse, the key. I can help you to make your own world visible. That is all.”

Hermann Hesse

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente a Deus por tornar possível a realização desta conquista.

Ao meu orientador, Prof. Jacob Scharcanski pela seriedade na orientação, confiança e dedicação.

Ao Prof. Valdeni pelas idéias que foram muito importantes na elaboração deste trabalho.

À minha família, pelo apoio incondicional, pelo carinho, pelo incentivo e por me “aguentar” nos momentos de desânimo.

Aos amigos, pelas palavras de incentivo, que às vezes pode não parecer, mas são muito importantes.

Aos colegas, professores e coordenadores da FIPP pela ajuda dispensada e aos meus alunos pela compreensão nos momentos de ausência.

Aos colegas de mestrado da UEL, pelos bons momentos e pela companhia. Em especial “as meninas de viagem”, Aglaê, Cássia e Melissa que hoje considero como amigas.

À Unoeste, pelo apoio financeiro e a Faculdade de Informática de Presidente Prudente por fornecer condições para realizar este trabalho e pela dispensa para as viagens.

Sumário

Lista de Abreviaturas.....	7
Lista de Figuras	10
Lista de Tabelas.....	12
Resumo	13
Abstract	14
1 Introdução	15
1.1 Motivação	16
1.2 Objetivo	17
1.3 Organização do Texto	17
2 Gerência e Distribuição de Informação Visual em Medicina	19
2.1 Recuperação de Imagens Médicas na Web	20
2.1.1 Imagens na medicina	20
2.1.1.1 Imagens e especialidades médicas.....	21
2.1.2 Imagens Médicas na Web.....	23
2.2 Padrões e Arquiteturas de Metadados	25
2.2.1 Padrões	26
2.2.1.1 Dublin Core	26
2.2.1.2 MPEG-7.....	29
2.2.1.3 VRA (Visual Resource Association).....	32
2.2.2 Arquiteturas	34
2.2.2.1 Warwick Framework	34
2.2.2.3 RDF	36
2.3 Considerações Finais	44
3 Modelo de Metadados Proposto: MedISseek.....	46
3.1 Especificação das classes	47
3.1.1 Classe Imagem.....	47
3.1.2 Classe Paciente	48
3.1.3 Classe Classificação Médica	49
3.1.4 Classe Autor	49
3.1.5 Classe Associação	49
3.1.6 Classe Marcações	50
3.1.7 Classe <i>MedWords</i>	50
3.2 Exemplos do modelo de metadados	50
3.3 Considerações Finais	52
4 Resultados Experimentais: O Protótipo MedISseek	53

4.1	Componentes do Protótipo	54
4.1.1	Plataforma de Hardware e Software Utilizada	55
4.2	Sub-Sistema Descritor	56
4.2.1	Elementos da Interface	56
4.2.2	Embutindo e Extraindo Informações em Cabeçalhos JPEG	57
4.2.3	Conversor RDF	59
4.2.4	Módulo de Consulta ao Código CID-10	60
4.2.5	Anotações nas Imagens	61
4.2.6	Comunicação com o Sub-Sistema Gerenciador	62
4.3	Sub-Sistema Gerenciador	62
4.3.1	Atendimento ao Sub-Sistema Cliente	63
4.3.2	Conexão com o banco de dados	64
4.3.3	Parser RDF	65
4.4	Módulo de Busca	67
4.5	Sub-Sistema Visualizador	69
4.5.1	XSL para apresentação dos dados	71
4.6	Recursos de Software Utilizados	72
4.7	Testes e Resultados	73
4.8	Considerações Finais	75
5	Conclusões	77
5.1	Trabalhos Futuros	77
Anexo 1	Exemplos de descrições em RDF no modelo MedISeek	79
Anexo 2	MedISeek RDF Schema	83
Referências	87

Lista de Abreviaturas

ANSI	<i>American National Standards Institute</i>
CID	<i>Código Internacional de Doenças</i>
CT	<i>Computer Tomograph</i>
DC	<i>Dublin Core</i>
DICOM	<i>Digital Imaging and Communication in Medicine</i>
FTP	<i>File Transfer Protocol</i>
GIF	<i>Graphics Interchange Format</i>
HIS	<i>Hospital Information System</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
MeSH	<i>Medical Subject Headings</i>
JFIF	<i>JPEG File Interchange Format</i>
JPEG	<i>Joint Photographic Expert Group</i>
MARC	<i>Machine Readable Catalogue</i>
MIME	<i>Multipurpose Internet mail Extensions</i>
MDI	<i>Multiple Document Interface</i>
MPEG	<i>Moving Picture Experts Group</i>
MRI	<i>Magnetic Resonance Imaging</i>
OMS	<i>Organização Mundial da Saúde</i>
PACS	<i>Picture Archiving and Communications Systems</i>
PDF	<i>Portable Document Format</i>
PHP	<i>Hypertext Preprocessor</i>
PICS	<i>Platform for Internet Content Selection</i>
PNG	<i>Portable Network Graphics</i>
QBIC	<i>Query By Image Content</i>

RAM	<i>Random Access Memory</i>
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
RDFS	<i>RDF Schema</i>
RIS	<i>Radiology Information Systems</i>
ROI	<i>Region of Interest</i>
SAIF	<i>Spatial Archive and Interchange Format</i>
SDK	<i>Software Development Kit</i>
SGBD	<i>Sistema Gerenciador de Banco de Dados</i>
SOIF	<i>Summary Object Interchange Format</i>
SQL	<i>Structure Query Language</i>
SNOMED	<i>Systematized Nomenclature for Pathology</i>
SVG	<i>Scalable Vector Graphics</i>
TCP/IP	<i>Transmission Control Protocol/Internet Protocol</i>
TEI	<i>Text Encoding Initiative</i>
TIFF	<i>Tag Image File Format</i>
UML	<i>Unified Modeling language</i>
UMLS	<i>Unified Medical Language System</i>
URI	<i>Universal Resource Identifier</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
VRA	<i>Visual Resource Association</i>
VRML	<i>Virtual Reality Modeling Language</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
WWW	<i>World Wide Web</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>
XSL	<i>Extensible Stylesheet Language</i>

XSLT *Extensible Stylesheet Language Transformation*

Lista de Figuras

FIGURA 1.1 - Interface dos sub-sistemas MedISseek.	15
FIGURA 2.1 - Técnica de sobreposição de imagens	21
FIGURA 2.2 - Melanoma cutâneo representado em <i>Moulage</i> de cera datado de 1931 .	22
FIGURA 2.3 - Imagens produzidas por diferentes sistemas de digitalização	22
FIGURA 2.4 - Interface acoplada a um sistema de endoscopia	23
FIGURA 2.5 - Elementos DC, em HTML, do recurso <code><http://www.bham.ac.uk/></code>	28
FIGURA 2.6 - Elementos DC, em RDF, do recurso <code><http://www.bham.ac.uk/></code>	28
FIGURA 2.7 - MPEG-7 codificado em XML.....	29
FIGURA 2.8 - Representação em UML dos possíveis relacionamentos entre os Ds e os DSs	30
FIGURA 2.9 - Visão geral do MPEG7 - Multimedia Description Schemes (MDS)	31
FIGURA 2.10 - Exemplo de descrição no padrão VRA	34
FIGURA 2.11 - Exemplo da representação de um recipiente na arquitetura Warwick.	35
FIGURA 2.12 - Implementação em HTML de um exemplo na arquitetura Warwick... ..	35
FIGURA 2.13 - Representação na forma de grafo do recurso	37
FIGURA 2.14 - Descrição RDF seguindo a <i>serialization syntax</i> em XML.....	38
FIGURA 2.15 - Descrição RDF seguindo a <i>abbreviated syntax</i> em XML.....	38
FIGURA 2.16 - Reificação de uma sentença RDF.....	39
FIGURA 2.17 - Reificação de uma sentença expressa em XML.....	40
FIGURA 2.18 - Exemplo de coleção do tipo <i>sequence</i>	40
FIGURA 2.19 - Coleção <i>sequence</i> descrita em XML.....	41
FIGURA 2.20 - Classes e Recursos como Conjuntos e Elementos.....	41
FIGURA 2.21 - Hierarquia de classes do modelo RDF Schema.....	42
FIGURA 2.22 - Hierarquia de Classes do modelo RDF Schema.....	44
FIGURA 3.1 - Diagrama de classes do modelo	47
FIGURA 3.2 - Exemplo de diagrama de instância (1)	50
FIGURA 3.3 - Exemplo de diagrama de instância (2)	51
FIGURA 3.4 - Exemplo do modelo MedISseek na forma descritiva	51
FIGURA 4.1 - Fragmento de código em RDF	54
FIGURA 4.2 - Diagrama simplificado dos módulos do sistema.....	55
FIGURA 4.3 - Diagrama dos módulos do sub-sistema Descritor	56
FIGURA 4.4 - Interface do Sub-Sistema Descritor.....	57
FIGURA 4.5 - <i>Template</i> RDF	59

FIGURA 4.6 - Classificação CID-10 para Cólera El Tor.....	60
FIGURA 4.7 - Interface do consulta interativa ao código CID-10	61
FIGURA 4.8 - Interface de anotações	61
FIGURA 4.9 - Diagrama dos módulos do sub-sistema Gerenciador	63
FIGURA 4.10 - Trecho de código fonte: negociação entre Gerenciador e Descritor MedISseek.....	64
FIGURA 4.11 - Tabelas de dados do sub-sistema Gerenciador.....	65
FIGURA 4.12 - Trecho de código fonte em C para conexão com o MySQL	65
FIGURA 4.13 - Diagrama dos módulos do sub-sistema Módulo de Busca.....	67
FIGURA 4.14 - Página Web do projeto MedISseek.....	67
FIGURA 4.15 - Módulos de busca.....	68
FIGURA 4.16 - Comando SQL gerado pelo módulo de busca simples.....	68
FIGURA 4.17 - Diagrama dos módulos do sub-sistema Visualizador.	69
FIGURA 4.18 - Interface do sub-sistema Visualizador	69
FIGURA 4.19 - Trecho XSL para exibição do detalhamento de busca	70
FIGURA 4.20 - Funções da biblioteca Sablotron para transformação XSL	71
FIGURA 4.21 - Processamento de um documento XML através da XSLT	71
FIGURA 4.22 - Pesquisa por imagens no módulo de busca MedISseek.....	73
FIGURA 4.23 - Busca por imagens médicas em mecanismos de busca da Web.....	74

Lista de Tabelas

TABELA 2.1 - O mercado de imagens médicas nos Estados Unidos	19
TABELA 2.2 - Base de dados de imagens médicas na Web.....	24
TABELA 2.3 - Elementos Dublin Core	27
TABELA 2.4 - Elementos VRA.....	33
TABELA 3.1 - Propriedades da classe Imagem.....	48
TABELA 3.2 - Propriedades da classe Paciente	48
TABELA 3.3 - Propriedades da classe Médica.....	49
TABELA 4.1 - Marcadores JFIF	58
TABELA 4.2 - Protocolo de negociações entre cliente-servidor	63
TABELA 4.3 - Geração de código SQL a partir da descrição RDF	66
TABELA 4.4 - Softwares utilizados no projeto MedISseek.....	72
TABELA 4.5 - Resultados das buscas em sistemas Web.....	74
TABELA 4.6 - Resultado das buscas em sistemas específicos Web	75

Resumo

Este trabalho apresenta um modelo de metadados para descrever e recuperar imagens médicas na Web. As classes pertencentes ao modelo viabilizam a descrição de imagens de várias especialidades médicas, incluindo suas propriedades, seus componentes e as relações existentes entre elas. Uma das propriedades que o modelo incorpora é a classificação internacional de doenças, versão 10 (CID-10).

O modelo de metadados proposto, inspirado em classes, favorece a especialização e sua implementação na arquitetura de metadados RDF.

O modelo serviu de base para a implementação de um protótipo denominado de Sistema MedISseek (Medical Image Seek) que permite a usuários autorizados: descrever, armazenar e recuperar imagens na Web. Além disto, é sugerida uma estrutura persistente apropriada de banco de dados para armazenamento e recuperação dos metadados propostos.

Palavras-chave: RDF, metadados, imagens médicas

**TITLE: “A METADATA MODEL TO CATALOGING AND RETRIEVAL
MEDICAL VISUAL INFORMATION ON THE WEB”**

Abstract

This work presents a new metadata model to describe and retrieve medical visual information, such as images and their diagnoses, using the Web. The classes of this model allow to describe medical images of different modalities, including their properties, components and relationships. This model supports the international classification of diseases and related health problems (i.e. ICD-10), and it has been used as a base for the implementation of the MediSeek (Medical Image Seek) prototype. This system allows authorized users to describe, store and retrieve medical images and their associated diagnostic information on the Web for fast information exchange. In addition, this work proposes a persistent structure for relational databases to store and retrieve medical visual information based on proposed the metadata model. A description of the prototype structure is also provided.

Keywords: RDF, metadata, medical images

1 Introdução

A medicina está passando por rápidas transformações em todo o mundo, uma delas é o dramático progresso verificado na disseminação de informações e nas tecnologias de comunicação através da Internet e das redes de computadores [HOG98]. Desde o descobrimento da radiologia, na primeira década do século XX, as imagens constituem uma grande fonte de informação na pesquisa médica e na formulação de diagnósticos [HIS2003]. Atualmente são utilizados meios que processam, geram e até descrevem imagens digitais, como equipamentos de ressonância magnética, radiografia digital, tomografia computadorizada, medicina nuclear e ultra-som. Entretanto, em algumas áreas da medicina, o principal meio de geração de imagens é o uso de câmeras digitais ou a digitalização de fotos por meio de um scanner.

O processo convencional de digitalização de imagens não considera o conteúdo da imagem (o que ela descreve) e nem oferece meios para sua descrição. Tão importante quanto à forma que uma imagem é apresentada é o modo como ela é interpretada; sendo que, muitas vezes, somente o conteúdo visual de uma imagem é insuficiente para sua interpretação. A adição de informações textuais, desde que de forma condizente e consistente promove a verdadeira expressividade de uma imagem, e em contrapartida, fornece meios para sua recuperação.

Após a popularização da Internet, o acesso ao conhecimento ficou mais fácil em todas as áreas. O mesmo aconteceu com a medicina. Hoje, é comum encontrar profissionais da área de saúde que consultam bases de dados na Web por intermédio de navegadores. Um dos recursos mais procurados são as imagens que podem ser encontradas em bancos de imagens médicas, denominadas muitas vezes de bibliotecas digitais de imagens ou por intermédio de mecanismos de busca. Embora as imagens médicas estejam presentes em grande quantidade na Web, a recuperação dessas imagens é um processo muitas vezes frustrante, pela falta de precisão dos resultados, pela pouca ou inexistente informação acerca das imagens recuperadas ou pela dificuldade de se elaborar as consultas.

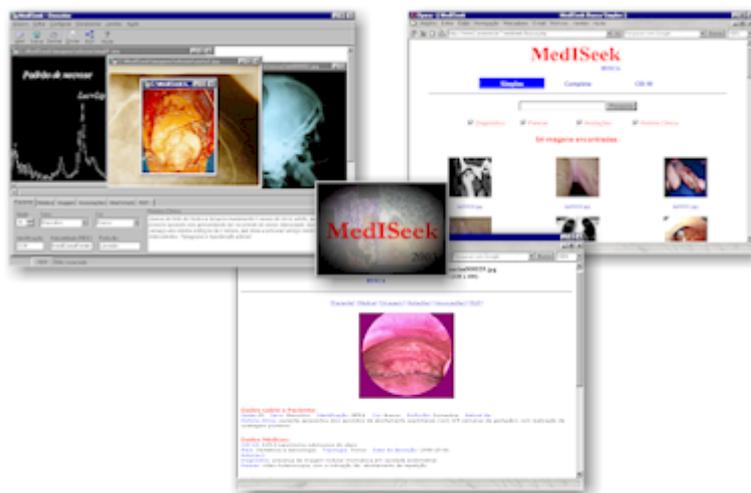


FIGURA 1.1 - Interface dos sub-sistemas MedISseek.

Outro problema encontrado é no compartilhamento das imagens. Valiosos acervos pessoais ou institucionais estão confinados em computadores ou demais meios com acesso restrito (fotografias e slides 35mm, por exemplo). Um meio de compartilhá-los, sem dúvida é a Web, mas será que os profissionais que detém esses recursos estão capacitados ou são motivados para realizar tal tarefa?

Por intermédio da proposta de um modelo de metadados com elementos descritivos na área médica e de um sistema gerenciador de imagens, o sistema MedISseek (figura 1.1), auxilia profissionais da área medicina a descrever imagens e torná-las disponíveis para a busca e recuperação na Web. Em contrapartida, promove o compartilhamento e a conservação dos recursos.

O sub-sistema Descritor, integrante do sistema MedISseek é um aplicativo que pode ser instalado em microcomputadores e possibilita a descrição e o gerenciamento de imagens do acervo pessoal. Quando conectado à Internet é possível compartilhar os recursos e suas descrições enviando as imagens a um servidor central.

A recuperação de imagens e sua visualização são realizadas pela Web, por meio de sistemas desenvolvidos especialmente para o projeto.

O sistema MedISseek atualmente suporta o padrão de imagens JPEG, mas pode ser facilmente estendido para suportar outros padrões (e.g. PNG) compatíveis com a Web.

O padrão DICOM, reconhecido como formato padrão para imagens médicas por fornecedores e desenvolvedores de software, não foi adotado em princípio por ser muito específico para dados do paciente e do serviço, e estarem pouco presentes na Internet em relação aos outros padrões.

1.1 Motivação

As imagens médicas assumem grande importância da medicina. Segundo Warner [WAR97], as imagens radiológicas (raio-x, CT, MRI, ultra-som, endoscopias, eco-cardiogramas, imagens nucleares, por exemplo) são parte central das atividades médicas. As imagens podem ser digitalizadas e armazenadas em banco de dados, permitindo assim sua recuperação instantânea. Imagens fotográficas digitalizadas de lesões, mal formações, espécies patológicas, etc, são muito úteis para o diagnóstico e para o tratamento de diversas doenças.

Com o uso de um sistema apropriado, as imagens podem ser vinculadas a resultados específicos e nomes de doenças. Idealmente, o usuário pode ser capaz de recuperar diversas amostras de imagens para a comparação com casos de lesões semelhantes (ou os mesmos tipos de lesões, mas diferenciando na severidade ou apresentação) simplesmente digitando uma palavra-chave apropriada. A apresentação de resultados iniciais na forma de “*thumbnails*” pode ser uma ferramenta muito útil para a pesquisa médica, onde o usuário pode selecionar, visualizar com detalhes e destacar regiões de uma imagem.

Sistemas comerciais como o QBIC [QBI2003] da IBM e o VIR [ORA2000] da Oracle utilizam metadados para descrever características das imagens. Estes sistemas possuem facilidades para extrair as características das imagens e para documentar automaticamente estas características no banco de dados [MAC2002]. Porém, não se preocupam em definir todas as características da imagem, dificultando assim as

consultas baseadas em informações referentes ao conteúdo semântico em algumas áreas específicas, como a medicina, por exemplo.

As riquezas de recursos disponíveis na Internet estimularam pesquisadores a considerar a Web como um novo instrumento para a recuperação do conhecimento. Teoricamente, o aspecto navegacional, os mecanismos de busca e as interfaces com hipertexto da Web deveriam melhorar a velocidade e a facilidade na obtenção de recursos por parte de usuários. Apesar destas vantagens inerentes, a Web estabeleceu uma reputação como se fosse uma fonte inferior de informações para dados médicos. Um estudo indica que apenas 46% de médicos entrevistados concordam que a Internet é uma fonte de conteúdo oportuno, preciso, pertinente e objetivo [MAL99].

A insatisfação por parte de médicos ao pesquisar na internet é ocasionada em grande parte pela dificuldade em se elaborar consultas, a imprecisão dos resultados e em outros casos pela falta de uma autoria confiável. O desenvolvimento de um padrão de metadados apropriado às imagens médicas e um sistema que possibilite a descrição, o compartilhamento e a recuperação desses recursos pode vir mudar a visão sobre a confiabilidade na Web por parte dos médicos.

1.2 Objetivo

Na área acadêmica da medicina é notado que os alunos dependem muito do professor e dos recursos didáticos para ter acesso às imagens médicas. Os especialistas, no exercício de suas funções, muitas vezes precisam pesquisar em casos similares, aspectos de determinados casos clínicos.

Diante desta realidade, surgiu a idéia de desenvolver um meio para que as imagens médicas sejam compartilhadas. O meio mais democrático encontrado para este fim na atualidade é a Web.

Embora hoje, o compartilhamento de imagens médicas na Web já é uma realidade, não existe um meio eficiente para recuperá-las. Muitas das imagens não possuem valores descritivos agregados e as que possuem são descritas por modelos variados, longes de um consenso. É necessário então, um modelo de descrição que possibilite a indexação e a conseqüente recuperação desses recursos. O modelo de metadados MedISeek propõe um conjunto de elementos descritivos de abrangência geral para a área médica, mas que podem ser estendidos a diversas especialidades.

Tendo em vista testar a eficiência do modelo de metadados proposto, foi desenvolvido um sistema para a descrição, compartilhamento voluntário e recuperação de imagens médicas, democratizando o acesso às imagens e aumentando as possibilidades de ensino e pesquisa.

1.3 Organização do Texto

Esta dissertação está organizada em 5 capítulos, são eles: Introdução, Gerência e Distribuição de Informação Visual em Medicina, Modelo de Metadados Proposto: MedISeek, Resultados Experimentais: O Protótipo MedISeek e Conclusões, respectivamente.

O capítulo 2 descreve inicialmente aspectos sobre a importância da imagem digital na medicina e sua situação no contexto Web. Apresenta ainda, padrões e arquitetura de metadados que podem ser aplicados na descrição de imagens.

No capítulo 3 é especificada a proposta de um esquema conceitual de metadados para documentação e recuperação de imagens médicas, levando em consideração tanto as informações técnicas da imagem quanto as informações de conteúdo semântico.

O capítulo 4 detalha o projeto do protótipo implementado para descrever e recuperar imagens médicas utilizando o modelo definido no capítulo 3. Alguns testes foram realizados e os resultados foram descritos neste capítulo.

O capítulo 5 finaliza com a conclusão desse estudo, apresentando as suas principais contribuições e sugestões para trabalhos futuros.

2 Gerência e Distribuição de Informação Visual em Medicina

Na última década, vimos a crescente aplicação da tecnologia da informação na área da saúde. Redes de alto desempenho têm sido instaladas em hospitais e demais instituições médico-acadêmicas, a Internet proporcionou o acesso a recursos antes inacessíveis ou de acesso restrito e em paralelo, uma quantidade crescente de modalidades de imagens médicas tornou-se disponível com custos relativamente baixos devido às inovações das áreas de engenharia, eletrônica, computação e física médica.

Como há uma enorme demanda no atendimento a saúde, os profissionais da área de saúde passaram a integrar em suas atividades essas ferramentas tecnológicas emergentes, de tratamento de registros clínicos, de dados e imagens. Assim, espera-se praticar uma medicina que suporte diagnósticos mais rápidos, de baixo custo, menos invasiva e que ofereça maior conforto aos profissionais de saúde e pacientes. Atualmente a prática da medicina depende diretamente dos métodos e equipamentos de imageamento médico por auxiliarem os profissionais em saúde a oferecerem tais requisitos [PIS2003].

Na manipulação da informação dentro de hospitais, por meio de uma rede de computadores, surgiu inicialmente o conceito de Sistemas de Informação Radiológica - RIS (Radiology Information Systems) e que demonstra a possibilidade de utilizar sistemas computacionais e melhorar o gerenciamento dos pacientes, a geração e distribuição de relatórios, as facilidades de utilização dos recursos disponíveis, a localização dos filmes, e as rotinas de funcionamento do setor de radiologia. Frequentemente eles são integrados ao Sistema de Informação Hospitalar (HIS - Hospital Information Systems). Como o RIS faz tudo menos trabalhar com as próprias imagens, na década dos 80 este conceito foi ampliado para incluir o que chamamos de PACS (Picture Archiving and Communication System). É um sistema que permite, como o nome diz, a armazenagem e a recuperação das imagens em uma rede de computadores [ALM98].

TABELA 2.1 - Mercado de imagens médicas nos EUA (em milhões de dólares)
[MED2001]

Modalidade	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Radiografia	2.843,4	2.942,9	3.053,9	3.177,5	3.321,5	3.481,6
Ultra-som	682,0	686,8	695,3	708,6	727,5	748,0
Ressonância magnética	465,0	474,3	483,8	500,7	518,2	536,4
Tomografia	416,0	424,3	432,8	450,1	468,1	486,8
Imagens nucleares	359,9	368,2	376,6	391,0	405,8	421,2
Total	4.766,3	4.896,5	5.042,4	5.227,9	5.441,1	5.674,0

O mercado de imagens médicas representam um setor multibilionário. Embora, quantificar esse mercado é uma tarefa complicada pela sua diversidade e amplitude, as modalidades¹ mais importantes são: radiografia, ultra-som, ressonância magnética,

¹ Classificação de imagens médicas quanto a sua forma de criação, ou seja, o equipamento que gerou a imagem.

tomografia computadorizada e imagens nucleares. A tabela 2.1 representa o mercado de imagens nos Estados Unidos entre 1995 e 2000, em milhões de dólares [MED2001]

Melhorias na tecnologia da computação levou a geração de imagens digitais, e atualmente, a tendência é o armazenamento das imagens médicas diretamente na Web [EWA2001].

Esse capítulo discute o potencial da imagem médica, sua importância nas diversas especialidades e a situação atual em relação a Web. Apresenta ainda, padrões e arquitetura de metadados que podem ser aplicados na descrição das imagens genéricas.

2.1 Recuperação de Imagens Médicas na Web

As imagens são recursos essenciais para a prática e a educação médica. Desenhos e ilustrações sempre foram ferramentas tradicionais para o compartilhamento do conhecimento médico. Exemplos datam do século XVI, em desenhos de dissecação de cadáveres de Leonardo Da Vinci. Através dos séculos, novas tecnologias foram desenvolvidas, aumentando as formas para a captura e a apresentação de imagens médicas. Formatos de imagens evoluíram de desenhos e gravuras, para fotografias analógicas e mais recentemente para os arquivos de imagens digitais.

Antes das imagens servirem como uma ferramenta educacional, o estudante, pesquisador ou médico têm que ter acesso a elas. Coleções de imagens na forma de slides ou fotografias contam frequentemente com vários problemas, que incluem dificuldades no acesso físico e intelectual, o alto custo de duplicação e a dificuldades na disseminação de novos recursos.

A combinação de imagens digitais e dos recursos em ambientes de rede fornece um grande potencial para superar os problemas tradicionais de coleções de imagens médicas.

2.1.1 Imagens na medicina

Em medicina, a história da imagem interna de um ser vivo é relativamente recente. Na noite do dia 8 de novembro de 1895, o físico alemão William Conrad Roentgen, que trabalhava com tubos de Crookes em um pequeno laboratório na cidade de Würzburg, descobriu o que denominou como raios X. Observou que estes raios, diferentes de outros conhecidos até então, como a luz, por exemplo, eram capazes de atravessar objetos de densidade menor, como a madeira, porém não metais. No início de dezembro, ao expor um cachimbo de chumbo a estes raios, enquanto o segurava, verificou, assombrado, após a revelação da chapa fotográfica, os ossos dos seus dedos segurando o cachimbo. Com o intuito de comprovar esta descoberta, convidou alguns dias depois sua esposa, Bertha Roentgen, e a fez colocar a mão esquerda em cima de uma chapa fotográfica, ligou o equipamento e o deixou agir por cerca de seis minutos. Após a revelação, comprovou a propriedade dos raios X penetrarem os tecidos moles e serem retidos pelo mais densos, como os ossos e o anel de ouro que a esposa portava. Esta foi a primeira radiografia, a primeira imagem de uma parte interna do corpo realizada sem processo cirúrgico ou dissecação. Por esta descoberta, Roentgen foi o primeiro cientista a receber o Prêmio Nobel de Física, em 1901 [GAL2000].

Após o passo inicial da descoberta dos raios X, que foi progressivamente utilizado no apoio diagnóstico de diferentes tipos de doenças, várias outras modalidades de técnicas foram desenvolvidas e atualmente é possível dizer que não existe qualquer

parte do organismo humano que não seja passível de obtenção de imagem, quer de forma invasiva ou não.

Um grande avanço no uso dos raios X foi o desenvolvimento da tomografia computadorizada, utilizada atualmente em diversas áreas médicas. A tomografia computadorizada tem como base, a reconstrução de imagens. A imagem produzida por ultra-som constitui também um ganho extraordinário na medicina e possibilita a visualização de detalhes funcionais e anatômicos de regiões variadas de nosso organismo.

Outra modalidade de geração de imagens em medicina é a ressonância nuclear magnética. De natureza tridimensional e alta resolução, permite a obtenção de imagens em qualquer plano, possibilitando um grande potencial diagnóstico.

A endoscopia, a micrografia e a cintilografia são outras modalidades, não menos importantes, de geração de imagens médicas.

As imagens médicas podem ser categorizadas em fotográficas (endoscopias, imagens na área de histologia, dermatologia, por exemplo), radiográficas (por exemplo: radiografias e algumas imagens na área de medicina nuclear) e tomográficas (CT, MRI e ultra-som, por exemplo) [TAG97].

Processos que geram imagens somados ao conjunto de imagens fotográficas, representam um importante acervo de recursos para a pesquisa e a busca de diagnósticos precisos.

A aplicação de imagens em algumas áreas da medicina, como pode ser visto é de extrema importância. A seguir é discutida a aplicação de imagens médicas em algumas áreas da medicina.

2.1.2.1 Imagens e especialidades médicas

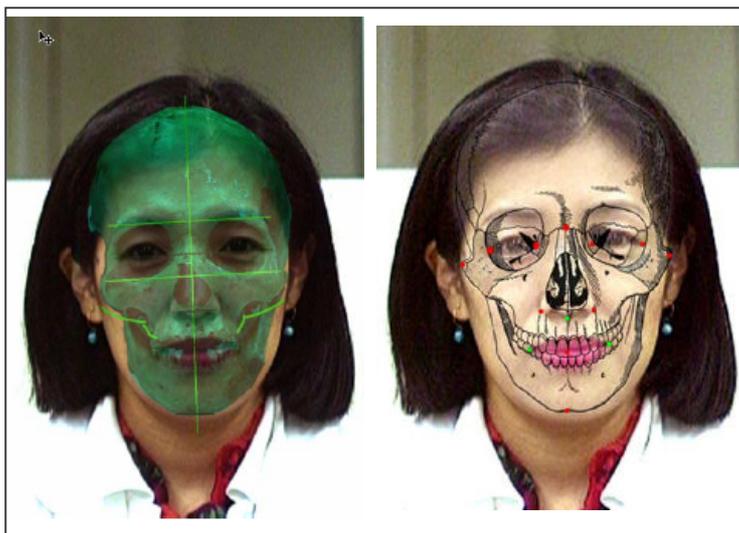


FIGURA 2.1 - Técnica de sobreposição de imagens [MAT2001]

O uso de registros fotográficos de feições faciais (ante-morte) para a identificação de restos mortais é utilizada a mais de 50 anos [MAT2001]. A técnica de sobreposição de imagens, onde a imagem de um crânio é sobreposta a uma imagem da face é um método bastante eficiente e freqüentemente utilizado na medicina forense. Esta técnica (figura 2.1) é utilizada na elucidação da causa de morte e na identificação de indivíduos.

Na área de dermatologia, os registros de lesões de pele são de extrema importância. A história destes registros remonta vários séculos, passam por séculos de esboços técnicos, séculos de *moulages*² médicas (figura 2.2) e mais recentemente por décadas de fotografias de 35mm.



FIGURA 2.2 - Melanoma cutâneo representado em um *Moulage* de cera datado de 1931
fonte: Le musée des moulages de l'hôpital Saint-Louis

Atualmente, o uso de imagens digitais oferece importantes vantagens em relação às fotografias, permitem a detecção automática de alterações na forma, textura e cor através do processamento eletrônico e possibilita o diagnóstico à distância.

Um dos problemas das imagens digitais e que afetam principalmente a área de dermatologia é a imperfeição na reprodução de cores pelos vários equipamentos de digitalização de imagens, que podem incidentalmente ocorrer na formulação de diagnósticos errados. A figura 2.3 [NUM2001] apresenta as diferenças na cor de pele da mesma face digitalizada em equipamentos distintos.



FIGURA 2.3 - Imagens produzidas por diferentes sistemas de digitalização [NUM2001]

Na neurocirurgia pode ser encontrada outra importante aplicação das imagens digitais. Sistemas de endoscopia geram imagens em tempo real que auxiliam em micro-

² *Moulages* são modelos realísticos esculpidos ou modelados em diversos materiais e utilizados desde o período da Renascença para representar a morfologia de casos clínicos.

cirurgias, tornando-as minimamente invasivas e por conseqüência, reduzindo o custo operatório.

A figura 2.4 apresenta a interface acoplada a um sistema de endoscopia. O operador pode selecionar as imagens entre diversas visões e através de técnicas de realidade virtual, o sistema pode realizar a sobreposição e o mapeamento de imagens virtuais [ISE2001].

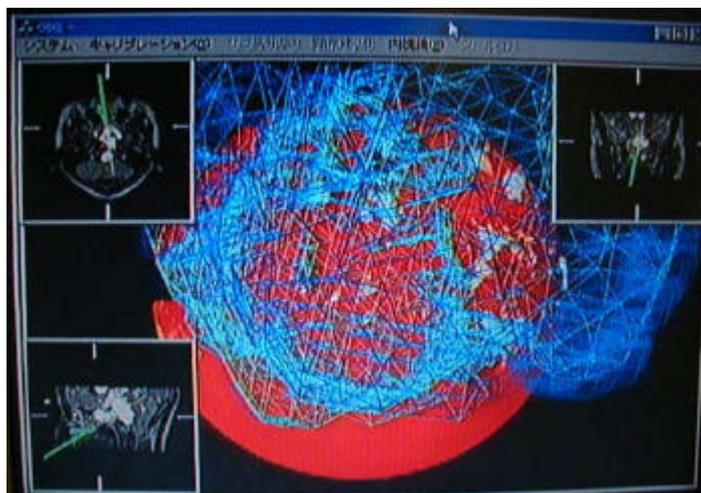


FIGURA 2.4 - Interface acoplada a um sistema de endoscopia [ISE2001]

2.1.2 Imagens Médicas na Web

Nos últimos anos, com o avanço da Internet, foi possível o desenvolvimento de bancos de imagens para fins acadêmicos-científicos. Na área médica não seria diferente. Hoje encontramos, bancos de imagens nas diversas especialidades médicas. Tanto as especialidades que tem seus diagnósticos fortemente orientados por imagens (radiologia e patologia, por exemplo), como outras especialidades onde as imagens são menos expressivas, são representadas por *sites* na Web com recursos de busca por imagens.

Os *sites* acoplados a banco de imagens, são muitas vezes denominados de bibliotecas digitais ou bibliotecas virtuais. Além de imagens, diversos *sites* oferecem outros recursos, como vídeos, artigos e gravações sonoras. As bibliotecas digitais na Web são apresentadas em três modalidades, classificadas pelo meio de acesso aos recursos:

- *Thumbnail*: os recursos são disponibilizados na forma de pequenas amostras. A seleção de uma amostra significa o detalhamento da mesma. Os recursos são geralmente de áreas específicas e seu acervo é limitado a algumas centenas de unidades.

- *Hyperlink*: orientam a escolha por meio de *hyperlinks*. O acervo não é muito numeroso e as vezes torna-se necessário o conhecimento de termos médicos e de classificações de doenças, espécies, patologias e topologias do corpo humano para se aprofundar nos diversos níveis.

- Sistemas de busca: os recursos são recuperados por meio de sistemas de indexação na base de dados. São geralmente potencializados pelo uso de metadados, que auxiliam no processo de indexação/recuperação e no detalhamento dos recursos. São os mais eficientes e manipulam grande quantidade de recursos. Alguns utilizam o conceito de recuperação por conteúdo. A maioria utiliza o recurso de *thumbnail* para a apresentação dos resultados da pesquisa.

O HonMedia (Health on the net) *site* <<http://www.hon.ch/HONmedia/>>, com base em Geneva, é um exemplo de biblioteca digital de imagens médicas que utiliza um sistema de busca para a recuperação dos recursos. Mantém vínculos com aproximadamente 3300 recursos entre imagens e vídeos. A indexação dos recursos é de forma manual e aceita contribuições de usuários como meio de incremento de sua base de dados. A recuperação dos recursos pode ser auxiliada por um esquema de classificação por categorias, sub-categorias e temas, além de permitir a busca por palavras-chave. A tabela 2.2 apresenta outros *web sites* que disponibilizam a recuperação de imagens médicas.

TABELA 2.2 - Base de dados de imagens médicas na Web

Web Site	Características	Metadados
<p>Dermatlas.org Johns Hopkins University <http://dermatlas.med.jhmi.edu/derm></p>	<p>Área médica: dermatologia. Formatos de arquivos: JPEG. Modalidade: Sistema de busca com <i>thumbnails</i> para os resultados. Imagens disponíveis: 4894.</p>	<p>Diagnóstico, categoria, topologia, idade do paciente, contribuição, descrição geral, comentários e imagens relacionadas</p>
<p>Images in paediatric cardiology <http://www.health.gov.mt/impaedcard/issue/issue16/Friedmand/friedmand.htm></p>	<p>Área médica: cardiologia/pediatria. Formatos de arquivos: JPEG/GIF. Modalidade: Hyperlink com <i>thumbnails</i> para os resultados. Imagens disponíveis: não informado.</p>	<p>Relato de casos clínicos</p>
<p>Medstudents <http://www.medstudents.com.br></p>	<p>Área médica: várias especialidades. Formatos de arquivos: JPEG/GIF. Modalidade: <i>thumbnails</i>. Imagens disponíveis: cerca de 2000.</p>	<p>Somente título e descrição.</p>
<p>Bristol Biomed Image Archive <http://www.brisbio.ac.uk/></p>	<p>Área médica: várias especialidades, inclui veterinária e dental. Formatos de arquivos: JPEG/GIF. <i>Thumbnails</i>: sim. Sistema de busca: sim. Imagens disponíveis: cerca de 8500.</p>	<p>Proprietário, identificação, título, palavras-chave, topologia, classificação (UMLS), sexo, idade e tipo da imagem.</p>
<p>Public Health Image Library Centers for Disease Control and Prevention (EUA) <http://phil.cdc.gov/phil/></p>	<p>Área médica: várias especialidades. Formatos de arquivos: JPEG/TIFF. Modalidade: Sistema de busca e <i>thumbnails</i>. <i>Thumbnails</i>: sim. Sistema de busca: sim. Imagens disponíveis: não informado.</p>	<p>Identificação, título, proprietário, data de criação, descrição, autor, categoria.</p>
<p>Dermatology Information System Dept. of Clinical Social Medicine (Univ. of Heidelberg) e Dept. of Dermatology (Univ. of Erlangen) <http://dermis.multimedica.de/></p>	<p>Área médica: dermatologia. Formatos de arquivos: JPEG. Modalidade: Sistema de busca com <i>thumbnails</i> para os resultados. Imagens disponíveis: cerca de 4500.</p>	<p>Idade, sexo, diagnóstico, topologia, lesão, descrição da lesão</p>

Alguns mecanismos de busca também oferecem recursos para a recuperação de imagens. Google, Altavista e Altheweb são exemplos bastante conhecidos dos pesquisadores na Web. Embora, os resultados das buscas são bastante numerosos, a precisão é pequena e a busca por múltiplas propriedades, muitas vezes não é possível. Outro problema é a confiabilidade nos resultados, pois a autoria pode ser verificada somente no acesso ao recurso.

2.2 Padrões e Arquiteturas de Metadados

Computers are not good at searching for pictures, they are good at searching for words and numbers.

J. A. Longstaffe

Metadados são geralmente definidos como “dados que descrevem dados”, é o dado que descreve a essência, os atributos e o contexto de um recurso (documento, fonte, sistema, regra, etc.) e caracteriza suas relações, visando seu acesso e utilização [ABR2002].

O uso de metadados pode ter grande importância no controle dos recursos da Web, auxiliando a organização, identificação, segurança, descrição, localização, recuperação, controle de acesso, proteção dos direitos autorais e de propriedade dos recursos.

As imagens por serem constituídas por unidades de informação pouco expressivas (pontos) se apóiam em metadados para garantir sua descrição e por consequência a sua indexação e recuperação. Metadados assumem um papel importante quando vinculados às imagens. Em [DIG2000] são citadas algumas razões que justificam o uso de metadados em imagens, tais como: fornecer informações detalhadas sobre as imagens e sobre os arquivos de imagens; permitir a indexação, identificação e categorização de acordo com um esquema pré-determinado e descrever o conteúdo intrínseco da imagem.

Atualmente as pesquisas relacionadas aos metadados tendem a propor meios para a integração e a interoperabilidade de padrões existentes [KER97]. Existem vários padrões de metadados, cada qual projetado para aplicações específicas, dentre eles: Dublin Core (DC) [DUB2003] para recursos na Web; Machine Readable Catalogue (MARC) [MAR2003] para a catalogação bibliográfica; Spatial Archive and Interchange Format (SAIF) [SAI2002] para dados espaciais e espaço-temporais; Text Encode Initiative (TEI) [TEI2001] para representação de material textual na forma eletrônica e Summary Object Interchange Format (SOIF) [WES96] para indexação e recuperação de recursos na Web.

Para garantir a interoperabilidade entre os padrões de metadados, têm surgido propostas de arquiteturas que provêm suporte a codificação através do uso de convenções comuns a respeito da semântica, estrutura e sintaxe. Dentre as arquiteturas de metadados mais conhecidas cita-se: Meta Content Framework (MCF) [MCF97], Warwick Framework [LAG96] e Resource Description Framework (RDF) [RDF2003].

Segundo [ABR2002], são grandes os esforços na definição de um formato comum para os metadados. Atualmente já existem diversos padrões de metadados voltados para domínios particulares da ciência e da tecnologia. Entretanto, não existe nos ambientes científicos padrões comuns, capaz de atender toda e qualquer situação, devido à natureza heterogênea das aplicações científicas e tecnológicas.

2.2.1 Padrões

Os padrões de metadados têm surgido devido à necessidade de se compartilhar grandes acervos de recursos sob a perspectiva de um ambiente integrado.

A especificação e utilização de padrões garantem a existência de um conjunto de informações comuns sobre um determinado tema ou área, com regras claramente estabelecidas e aceitas pela comunidade envolvida. Padrões facilitam a compreensão, a integração e o uso compartilhado de informações entre usuários de diferentes formações, com diferentes níveis de experiências e diferentes propósitos. O estabelecimento de padrões implica o compromisso entre usuários e provedores de informações, que devem mutuamente aceitar, colaborar e usar as terminologias e definições estabelecidas [GOM99].

A especificação de um padrão requer a completa descrição de um metamodelo (elementos, conteúdos semânticos e relacionamentos). O padrão deve ser totalmente independente de qualquer implementação específica. Neste sentido foram desenvolvidos padrões de metadados com finalidades específicas.

Esta seção apresenta três padrões de metadados que podem ser aplicados na descrição de imagens.

2.2.1.1 Dublin Core

O Dublin Core (DC) [DUB2003] é um padrão para a descrição de metadados que se propõe a descrever de uma maneira simples e objetiva diferentes recursos interconectados. É dividido em duas classes de termos: os elementos (nomes) e os qualificadores (adjetivos) que os são associados na descrição de um recurso.

Inicialmente, o Dublin Core foi definido com um conjunto de treze elementos propostos no primeiro *workshop* organizado em 1995 pelo OCLC (Online Computer Library Center)/NCSA (National Center for Supercomputer Applications). No *workshop* de metadados para imagem CNI (Coalition for Networked Information)/OCLC, ocorrido em setembro de 1996, os elementos do conjunto de dados iniciais do DC foram modificados para incluir requisitos de que servem para descrever tanto texto como imagem, tais como um campo para descrição de conteúdo (*DC.description*) e um campo para descrição de direitos autorais (*DC.rights*). Ficando o Dublin Core com 15 elementos descritores [GAR99].

Metas e características do padrão:

- Simplicidade de criação e manutenção. O conjunto de elementos Dublin Core tem se mantido o mais pequeno e simples possível permitindo a pessoas sem experiência criar descrições simples de recursos de informação de forma facilitada.
- Semântica comumente entendida. A busca de informações na Web é caracterizada por uma terminologia e práticas descritivas específicas nas áreas relacionadas. O DC é uma iniciativa que tenta unificar essas características independentemente da área da qual a informação é proveniente.
- Extensibilidade. Apesar de priorizar a simplicidade na descrição de recursos digitais, o DC não descarta a necessidade de mecanismos de recuperação de informação mais precisos. Para tanto, existe um esforço no sentido de prover mecanismos de extensão aos elementos DC com o intuito de suportar outras necessidades.

TABELA 2.3 - Elementos Dublin Core

Elementos	Qualificadores		
	Elementos de refinamento	Esquema de codificação	
Conteúdo	DC.Coverage	Espacial Temporal	DCMI Point ISO 3166 DCMI Box TGN DCMI Period W3C-DTF
	DC.Description	Descrição textual do recurso, tal como um resumo no caso de um documento ou a descrição do conteúdo no caso de outros recursos visuais	-
	DC.Type	Tipo ou categoria do recurso.	DCMI Type Vocabulary
	DC.Relation	Relacionamento entre recursos. Pode ser: Is Version Of, Has Version, Is Replaced By, Replaces, Is Required By, Requires, Is Part Of, Has Part, Is Referenced By, References, Is Format Of, Has Format	URI
	DC.Source	Sequência de caracteres (palavra, número ou combinação de ambos) utilizado para identificar univocamente um trabalho a partir do qual o recurso atual possa ter derivado (se aplicável)..	URI
	DC.Subject	Os tópicos do recurso. Tipicamente, os assuntos irão ser expressos por palavras chave ou frases que descrevam o assunto ou o conteúdo do recurso. Encoraja-se a utilização de vocabulários controlados e de sistemas de classificação formais.	LCSH MeSH DDC LCC UDC
	DC.Title	Título original do recurso	-
Propriedade Intelectual	DC.Contributors	Pessoa ou organização que tenha dado uma contribuição intelectual significativa para a criação do recurso mas num plano secundário, e que por isso não é especificada no elemento criador	-
	DC.Author	Editor. Pessoa ou organização responsável em primeira instância pelo conteúdo intelectual do recurso	-
	DC.Publisher	Responsável pela disseminação do recurso no formato atual.	-
	DC.Rights	Referência a notas de direitos autorais	-
Instanciação	DC.Date	A data em que o recurso foi tornado público na forma actual. Created Valid Available Issued Modified	DCMI Period W3C-DTF
	DC.Format	Formato ou padrão do recurso	IMT MIME
	DC.Identifier	Seqüência de caracteres (palavra, número ou combinação de ambos) utilizado para identificar univocamente o recurso	URI ISBN ISSN SOI SICI
	DC.Language	Código 3 letras para identificar o idioma do recurso	ISO 639-2 RFC 1766

Os elementos básicos Dublin Core são organizados em três categorias: conteúdo, propriedade intelectual e instanciação. Já os qualificadores são organizados em duas

classes: elementos de refinamento e esquema de codificação. Os elementos de refinamento são responsáveis pelo detalhamento do significado, enquanto os esquemas de codificação adicionam valores a interpretação de cada elemento. Para tanto, podem ser utilizados vocabulários de valores, notações formais ou regras de *parsing*.

Na tabela 2.3 são apresentados os quinze elementos do Dublin Core [KOK2002].

Os elementos Dublin Core podem ser armazenados externamente e vinculados aos recursos (banco de dados, por exemplo) ou inseridos nos próprios recursos, como no caso de páginas Web onde os elementos Dublin Core podem ser armazenados pelo uso das *tags* 'META' do HTML. A figura 2.5 demonstra um exemplo de descrição do *site* institucional da Universidade de Birmingham <<http://www.bham.ac.uk/>> por meio dos elementos Dublin Core na sintaxe HTML.

```
<link rel="schema.DC" href="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
<meta name="DC.title" lang="en" content="The University of Birmingham">
<meta name="DC.description" lang="en" content="The University of Birmingham, UK
home page, including links for prospective students, former students (alumni),
business and industry, and staff. There is also information on research
developments, about the University and Birmingham.">
<meta name="DC.date" scheme="W3CDTF" content="2003-09-24">
<meta name="DC.format" content="text/html">
<meta name="DC.format" content="12772 bytes">
<meta name="DC.identifier" content="http://www.bham.ac.uk/">
<meta name="DC.language" scheme="RFC1766" content="en-uk">
<meta name="DC.rights" content="http://www.general.bham.ac.uk/legal/">
```

FIGURA 2.5 - Elementos DC, em HTML, do recurso <<http://www.bham.ac.uk/>>

O conjunto de elementos Dublin Core também pode ser expresso por meio de várias sintaxes, como o XML, RDF, GILS e SOIF. O RDF é uma arquitetura metadados que possui a sintaxe apropriada à descrição de recursos, com poder de expressão bastante adequado aos elementos DC. A figura 2.6 apresenta o exemplo descrito acima, em HTML, convertido para a sintaxe XML/RDF

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE rdf:RDF SYSTEM "http://dublincore.org/documents/2002/07/31/dcmes-
xml/dcmes-xml-dtd.dtd">
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
  <rdf:Description rdf:about="http://www.bham.ac.uk/">
    <dc:title> The University of Birmingham </dc:title>
    <dc:description>
      The University of Birmingham, UK home page, including links for
      prospective students, former students (alumni),business and industry, and
      staff. There is also information on research developments, about the
      University and Birmingham.
    </dc:description>
    <dc:date> 2003-09-24 </dc:date>
    <dc:format> text/html </dc:format>
    <dc:format> 12772 bytes </dc:format>
    <dc:language> en-uk </dc:language>
    <dc:rights> http://www.general.bham.ac.uk/legal/</dc:rights>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

FIGURA 2.6 - Elementos DC, em RDF, do recurso <<http://www.bham.ac.uk/>>

Os exemplos demonstrados nas figuras 2.5 e 2.6 foram gerados pelo DCdot (Dublin Metadata Editor), aplicativo on-line disponível em <<http://www.ukoln.ac.uk/cgi-bin/dcdot.pl>>, Web *site* mantido pelo grupo UKOLIN na University of Bath.

2.2.1.2 MPEG-7

O MPEG-7 definido como uma interface para a descrição de conteúdos multimídia (Multimedia Content Description Interface), é parte integrante da família de padrões desenvolvidos pelo *Moving Picture Experts Group* (MPEG). Os integrantes do grupo MPEG são responsáveis pelo desenvolvimento de padrões para a codificação digital de áudio e vídeo. Enquanto outros padrões MPEG (MPEG-1, MPEG-2 e MPEG-4, por exemplo) focalizam a representação digital do conteúdo áudio-visual, o MPEG-7 está preocupado principalmente com informação sobre conteúdo, i.e., os metadados.

O desenvolvimento do MPEG-7 começou em outubro de 1996 e foi motivado pela necessidade de extrair e manipular informações de grandes coleções de recurso multimídia. O padrão foi projetado para uso em várias aplicações, incluindo, mídias de radiodifusão, bibliotecas digitais, *e-commerce* e coleções de recursos multimídia, como imagens, gráficos, áudio, narrações e vídeos.

Os conceitos básicos utilizados no MPEG-7 são os *Descriptors* (Ds), que define a sintaxe e a semântica de cada característica ou elemento metadado e o *Description Schemes* (DSs) que especifica a estrutura e semântica das relações entre os componentes. O MPEG-7 especifica ainda a '*Description Definition Language*' (DDL), baseado em XML, que provê a sintaxe para expressar, combinar, estender e refinar os *Descriptors* e os *Description Schemes*. Um exemplo em XML pode ser visualizado na figura 2.7.

```

<ObjectDS id="object_chris_vissers">
  <AnnotationDS>
    <Who> Chris Vissers </Who>
  </AnnotationDS>
</ObjectDS>
<VideoSegmentDS id="clip_00.00.51_00.01.05">
  <TimeDS>
    <TimeD>
      <h> 00 </h>
      <m> 00 </m>
      <s> 51 </s>
    </TimeD>
    <DurationD>
      <h> 00 </h>
      <m> 00 </m>
      <s> 14 </s>
    </DurationD>
  </TimeDS>
</VideoSegmentDS>
<Link>
  <LinkSource id="object_chris_vissers" />
  <LinkTarget id="clip_00.00.51_00.01.05"/>
  <LinkTarget id="clip_00.05.23_00.05.59"/>
  <LinkTarget id="clip_00.10.51_00.11.45"/>
  <LinkTarget id="clip_00.16.24_00.18.07"/>
</Link>

```

FIGURA 2.7 - MPEG-7 codificado em XML

A figura 2.8 mostra a extensibilidade dos conceitos utilizados no padrão MPEG-7 (Ds, DSs e DDL) [MPE2001b].

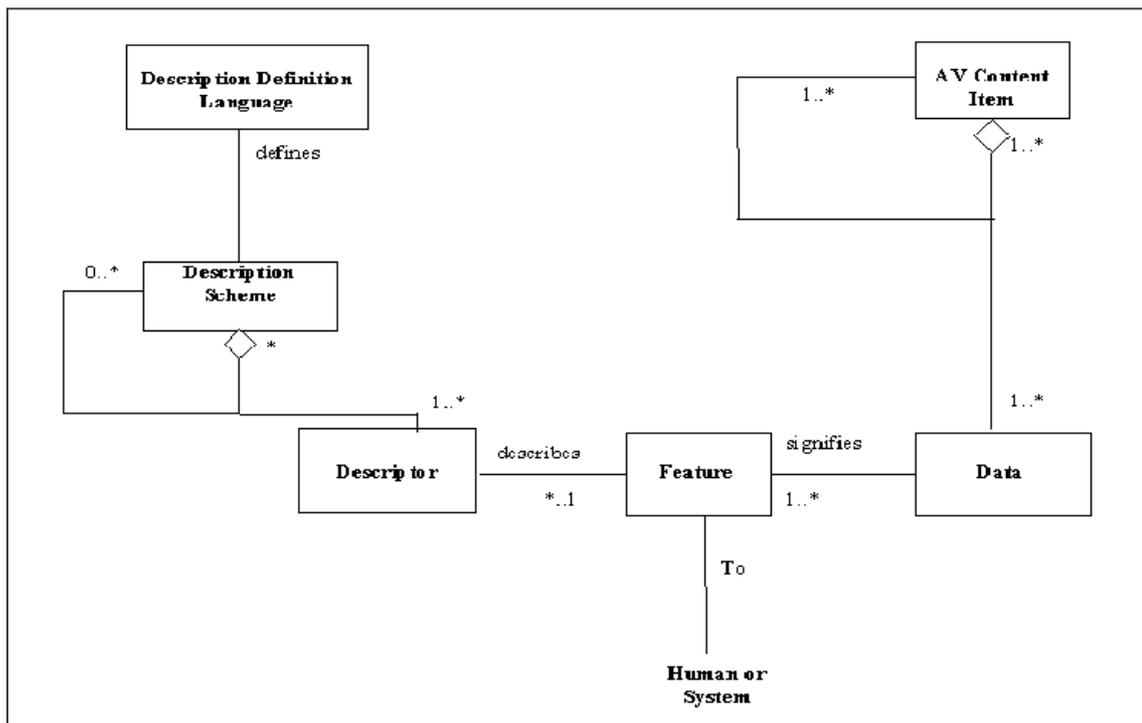


FIGURA 2.8 - Representação em UML dos possíveis relacionamentos entre os Ds e os DSs

A especificação MPEG-7 é formalmente conhecida como ISO/IEC 15938 é organizada em sete partes:

- ISO/IEC 15938-1 MPEG-7 Systems: formato binário para codificação das descrições MPEG -7 e da arquitetura final.
- ISO/IEC 15938-2 MPEG-7 Description Definition Language: linguagem para sintaxe dos elementos MPEG-7.
- ISO/IEC 15938-3 MPEG-7 Visual: para descrições visuais.
- ISO/IEC 15938-4 MPEG-7 Audio: para descrições de áudio.
- ISO/IEC 15938-5 MPEG-7 Multimedia Description Schemes: para descrições multimídia e características genéricas.
- ISO/IEC 15938-6 MPEG-7 Conformance: guidelines e procedimentos para teste de conformidade com o MPEG -7
- ISO/IEC 15938-7 Extraction: ainda em especificação.

O MPEG-7 Visual especifica um conjunto padronizado de *Descriptors* e *Description Schemes* de baixo nível aplicados ao conteúdo visual, por exemplo, a forma, tamanho, cor, textura e movimento.

O principal objetivo do *Multimídia Description Schemes* (MDS) é a padronização de um conjunto de ferramentas de descrição para descrever e anotar informações sobre o conteúdo de recursos audiovisuais. O DSs fornece uma maneira padronizada de descrever em XML os conceitos importantes relacionados à descrição e gerência de conteúdo multimídia a fim de facilitar a busca, indexação, filtragem e acesso. O DSs é definido pela DDL, que é baseado em esquemas XML. As descrições resultantes podem ser expressas em formato textual ou no formato binário comprimido (para o armazenamento ou a transmissão). A figura 2.9 fornece uma visão da organização do MDS, estruturada nas seguintes áreas: elementos básicos, descrição do conteúdo, gerenciamento do conteúdo, organização do conteúdo, navegação e acesso e interação com o usuário. [MPE2001c].

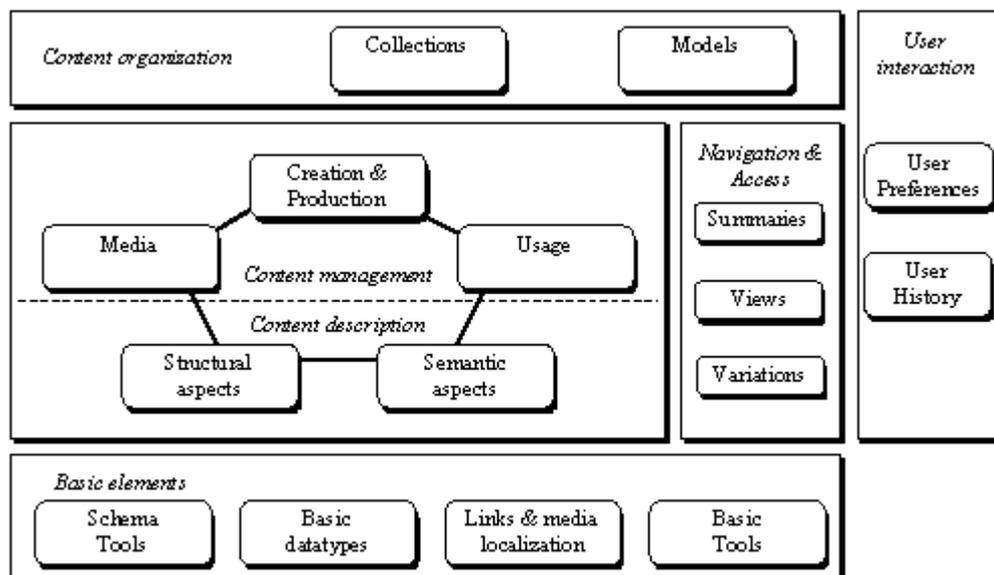


FIGURA 2.9 - Visão geral do MPEG7 - Multimedia Description Schemes (MDS)

Abaixo, o detalhamento das áreas que fazem parte da organização do MDS:

- **Elementos Básicos:** o MPEG-7 prove um conjunto de ferramentas para composição dos esquemas que ajudam na formatação, empacotamento e anotação desses esquemas. Os elementos básicos são as ferramentas para o esquema, tipos de dados básicos, localização de links e mídias e ferramentas básicas. Os esquemas podem ser descritos como unidades estruturadas, onde os níveis superiores indicam o elemento raiz e em seguida, as descrições das características específicas (como tipo de mídia ou uma função relacionada ao gerenciamento). Os esquemas também podem ser descritos através de outros esquemas e nesse, caso, não apresentarem uma descrição semântica MPEG-7 completa. Os tipos de dados básicos provem um conjunto de tipos de dados estendidos e estruturas matemáticas, como vetores e matrizes, utilizadas nas DSs. Muitos dos elementos básicos necessitam de descrições específicas, como a descrição de tempo, lugar, pessoa, grupos, organizações, e outras anotações textuais.
- **Gerenciamento do Conteúdo:** o MPEG-7 fornece DSs para a descrição do gerenciamento de conteúdo áudio-visual. São elementos que descrevem aspectos de criação e produção, codificação de mídia,

armazenamento e formatos de arquivo e uso. São informações organizadas em: a) criação e produção (título, autor, local de criação, data, gênero, assunto, propósito, idioma); b) utilização do conteúdo (direitos de uso, informações de reprodução e aspectos financeiros); e c) codificação, armazenamento e formato das mídias (formato, compressão, codificação, versão).

- **Descrição do Conteúdo:** são elementos que descrevem a estrutura (regiões, *frames*, e segmento de áudio) e a semântica (objetos, eventos, conceitos abstratos e relacionamentos).
- **Acesso e Navegação:** recursos utilizados para facilitar a navegação e o acesso aos recursos,; sumários, diferentes visões e versões.
- **Organização do Conteúdo:** baseado em dois DSs: um para coleções e outro para o modelo. O DS de coleções inclui ferramentas para descrever as coleções dos recursos áudio-visuais, as descrições das coleções deste conteúdo, conceitos semânticos das coleções, coleções compostas (conteúdo, descrições e conceitos) e a organização estrutural dessas coleções (relações). O modelo DS envolve modelos parametrizados, ou seja, DSs de modelos probabilísticos e analíticos.
- **Interação com o Usuário** – são DSs que descrevem preferências e histórico de uso de usuários.

O padrão MPEG-7 pode ser inserido em várias aplicações e domínios, dentre eles: educação, jornalismo, informações turísticas, entretenimento, sistemas de informações geográficas e outras áreas em potencial. [MPE2001a] discute a aplicação do padrão MPEG-7 em aplicações biomédicas e a importância cada vez mais eminente dos metadados vinculados a recursos médicos em sistemas de indexação e busca.

2.2.1.3 VRA (Visual Resource Association)

A versão 3 do padrão VRA consiste em um conjunto de elementos (tabela 2.4) destinados a descrever recursos visuais relacionados a objetos de arte. A sua arquitetura divide os elementos em dois tipos de registros, o *Work Description* (trabalho) que descrevem o conteúdo da imagem e o *Visual Document Description* (recurso) para descrever o tipo de recurso visual. A tabela apresenta os elementos do padrão VRA [VRA2003].

A figura 2.10 apresenta um exemplo de uso do padrão VRA na descrição de uma fotografia pertencente ao acervo da Columbia University Digital Library <<http://www.columbia.edu/cu/lweb/>> .

TABELA 2.4 - Elementos VRA

Elemento	Qualificadores	Descrição
RecordType	-	Identificação do registro.
Type	-	Tipo específico do trabalho ou recurso.
Title	Title.Variant Title.Translation Title.Series Title.LargerEntit	Título ou frase que identifica o trabalho ou recurso.
Measurements	Measurements.Dimensions Measurements.Format Measurements.Resolution	O tamanho, forma, escala, dimensões, formato, ou configuração de armazenamento.
Material	Material.Medium Material.Support	Material de composição do trabalho ou recurso
Technique		Produção ou processos industriais, técnicas e métodos utilizados na fabricação ou alteração do trabalho ou recurso.
Creator	Creator.Role Creator.Attribution Creator.Personal name Creator.Corporate name	Nome, título ou outros identificadores associados a um indivíduo, grupo, pessoa jurídica, ou outra entidade que contribuíram ao desenvolvimento, criação, produção, fabricação, ou alteração do trabalho ou recurso.
Date	Date.Creation Date.Design Date.Beginning Date.Completion Date.Alteration Date.Restoration	Data ou período associados com a criação, desenvolvimento, produção, apresentação, desempenho, construção, ou alteração do trabalho ou imagem.
Location	Location.Current Site Location.Former Site Location.Creation Site Location.Discovery Site Location.CurrentRepository Location.FormerRepository	A localização geográfica do trabalho ou recurso.
ID Number	IDNumber.CurrentRepository IDNumber.FormerRepository ID Number.CurrentAccession ID Number.FormerAccession	Identificador único.
Style/Period	Style/Period.Style Style/Period.Period Style/Period.Group Style/Period.School Style/Period.Dynasty Style/Period.Movement	Definição de estilo, período histórico, grupo, escola, dinastia, movimento, etc.
Culture	-	Cultura, povo ou forma adjetiva do nome de um país em que um recurso ou trabalho está associado.
Subject	-	Termo ou frase que descreve ou identifique um trabalho ou recurso
Relation	Relation.Identity Relation.Type	Descreve o relacionamento entre trabalhos ou recursos.
Description	-	Notas de texto livre com informações adicionais sobre o trabalho ou recurso.
Source	-	Origem do trabalho ou recurso.
Rights	-	Direitos autorais do recurso ou trabalho.

<p> Record Type: work Type: photograph Title: Lothar Baumgarten's America invention exhibit Creator.Personal name: Heald, David Creator.Role: photographer Date.Creation: 1993 Location: New York. Guggenheim Museum; Subject: Wright, Frank Lloyd Source: <u>Guggenheim Magazine, Fall 1999, p. 40</u> </p>
<p> Record Type: image Type: slide Title: general view Measurements.Dimensions: 35mm slide Location.Current Repos: New York (NY: USA), Columbia University Dept. of Art History, Slide Library ID Number.Current Repos: I-G939 E ID Number.Current Repos: AUS33.N489 </p>

FIGURA 2.10 - Exemplo de descrição no padrão VRA

2.2.2 Arquiteturas

As arquiteturas de metadados estabelecem mecanismos que permitem a codificação e o transporte de uma grande variedade de metadados desenvolvidos de forma independente, buscando assim garantir a interoperabilidade através do uso de convenções comuns a respeito da semântica, sintaxe e estrutura do metadado [MAR2001].

A interoperabilidade semântica possibilita compreender o significado de cada elemento descritor do recurso, juntamente com suas associações. Esse tipo de interoperabilidade é assegurado pelo uso de vocabulários específicos, ontologias e/ou padrões de metadados. A interoperabilidade sintática determina como os metadados devem ser codificados para a transferência de informações e a interoperabilidade estrutural específica como os recursos estão organizados, juntamente com os tipos envolvidos e os possíveis valores para cada tipo.

A seguir, são apresentadas as arquiteturas Warwick e RDF, duas iniciativas que buscam prover a interoperabilidade na descrição de recursos. Uma ênfase maior será dada à arquitetura RDF, uma vez que fez parte da implementação do modelo proposto nesta dissertação.

2.2.2.1 Warwick Framework

A arquitetura Warwick (Warwick Framework) [LAG96] foi desenvolvida pelo grupo de trabalho Dublin Core com o objetivo de prover o padrão Dublin Core de mecanismos de extensibilidade e possibilitar o compartilhamento de abordagens descritivas distintas.

Também denominada de “Arquitetura de Recipientes”, a arquitetura Warwick não define um conjunto de descritores, mas sim a maneira como dado e metadado podem se relacionar dentro de estruturas de dados específicas, projetadas para fins de modularidade do metadado [BAR99].

Esta arquitetura deve então ser modular (semântica, administração, gerência de acesso, compartilhamento e distribuição) para permitir que novos metadados sejam criados, referenciados e associados a outros. O Warwick Framework possui dois componentes fundamentais: o recipiente (*container*) e os pacotes (*packages*).

Os recipientes são as unidades de agregação dos pacotes, e podem estar na forma transiente, quando o recipiente é criado apenas como meio de transporte entre repositórios e clientes, ou persistente, quando o recipiente possui prerrogativas de objeto de primeira-classe na infra-estrutura da informação.

O pacote é um conjunto de metadados de um determinado tipo. Três tipos de pacotes são definidos pela arquitetura :

- *Metadata set*: são pacotes que contém o metadados de um determinado tipo. Podem ser representações MARC, DC entre outros.
- *Indirect*: referência indireta a um objeto externo.
- *Container*: denota a característica recursiva da arquitetura Warwick. É um pacote que referencia o próprio recipiente, armazenando ou servindo de transporte para outros pacotes.

A figura 2.11 mostra um exemplo simples de um recipiente Warwick. Os dois primeiros pacotes estão fisicamente no recipiente (registros Dublin Core e registros MARC) e o último, que define termos e condições para acessar um objeto, é referenciado no recipiente indiretamente através da URI (Universal Resource Identifier).

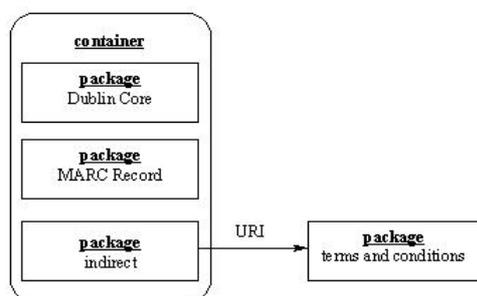


FIGURA 2.11 - Exemplo da representação de um recipiente na arquitetura Warwick.

A arquitetura Warwick pode ser representada em HTML. No exemplo apresentado na figura 2.12, as marcas META e LINK foram utilizadas para embutir os metadados e referenciar uma autoridade de esquema (DC por exemplo) [BAR99].

```

<HEAD>
<TITLE>Metadata for the masses</TITLE>
<META NAME="package" CONTENT="(TYPE=begin) Dublin Core">
<META NAME="DC.title" CONTENT="Metadata for the masses">
<META NAME="DC.subject" CONTENT="Dublin Core, Metadata">
<META NAME="DC.autor" CONTENT="Paul Miller">
<META NAME="DC.autor" CONTENT="(TYPE=phone) +44 191 222 8212">
<META NAME="package" CONTENT="(TYPE=end) Dublin Core">
<META NAME="package" CONTENT="(TYPE=begin) ahdsDescriptor">
<META NAME="AD.precision" CONTENT="(TYPE=spatial) 2">
<META NAME="package" CONTENT="(TYPE=end) ahdsDescriptor">
</HEAD>
  
```

FIGURA 2.12 - Implementação em HTML de um exemplo na arquitetura Warwick.

2.2.2.3 RDF

O Resource Description Framework (RDF), recomendado pelo World Wide Web Consortium, constitui uma arquitetura genérica de metadados que permite através da adoção de metadados, descrever recursos no contexto Web [LAS99]. O RDF busca prover interoperabilidade entre os diversos padrões de metadados, definindo um mecanismo para descrição de recursos independente de um domínio particular de interesse, resolvendo assim problemas de interoperabilidade.

O RDF pode ser aplicado em várias áreas, por exemplo: na descoberta de recursos, onde o uso do RDF possibilita a implementação de mecanismos de busca mais eficientes; na catalogação, para a descrição de recursos de informação disponíveis em páginas Web ou bibliotecas digitais; por agentes inteligentes, para facilitar a descrição e o compartilhamento e troca de conhecimento. Direitos de propriedade intelectual, preferências de privacidade de usuários e políticas de privacidade de um *web site* têm sido explorado objetivando alcançar a “*Web of Trust*”, uma rede de maior confiança para o comércio eletrônico, colaboração e outras aplicações.

A tecnologia RDF recebeu influências de diversas áreas da tecnologia da informação. As principais influências vêm da comunidade de padronização da Web na forma de metadados em HTML e PICS (Platform for Internet Content Selection), da comunidade de biblioteconomia, da comunidade de estruturação de documentos na forma SGML e XML, e da comunidade de representação do conhecimento, que contribuiu com o formato análogo ao de redes semânticas e o conceito de reificação.

A tecnologia RDF destaca-se pela simplicidade com que busca estruturar o conteúdo contido na Web. O modelo de dados RDF é um modelo muito simples composto de quatro tipos de objetos:

- Recursos (*resources*): são objetos que podem ser descritos pelo RDF. Os recursos são associados por um URI (Uniform Resource Identifier). Podem ser objetos inseridos ou não no contexto Web, por exemplo: uma página Web, parte de uma página Web, uma coleção de páginas Web, um recurso inserido em uma página Web, um livro ou uma imagem fotográfica.
- Propriedades (*properties*): representam aspectos específicos, característica, atributo ou relação usada para descrever um recurso. Cada propriedade tem um significado específico, definem valores permitidos, os tipos de recursos que podem descrever e os relacionamentos com outras propriedades.
- Sentença (*statements*): representam a relação entre um recurso, uma das propriedades é o valor que essa propriedade pode assumir. É formado por um recurso específico denominado *subject* (sujeito), pela propriedade do recurso: *predicate* (predicado) e pelo valor desta propriedade: *object* (objeto). O objeto da sentença pode ser qualquer outro recurso ou um literal definido pelo XML. A notação utilizada para representação de uma tripla, ([predicate],[subject],[object]), permite que recursos e valores sejam misturados, ou seja, qualquer recurso pode atuar no papel de valor, o que garante maior flexibilidade ao modelo na representação de estruturas mais complexas.

O exemplo de uma sentença pode ser representado pela tripla: (criador, [http://erl.pathology.iupui.edu/cases/dermcases/case14/thumbnails/image1.jpg], "Virtual Dermatology Group") que descreve o recurso, uma imagem JPEG na Web (URI: http://erl.pathology.iupui.edu/cases/dermcases/case14/image1.jpg), que possui a propriedade nomeada de criador, cujo valor é o literal "Virtual Dermatology Group".

Além do formato de tripla, o modelo de dado RDF também pode ser visualizado na forma de grafo, que consiste de um conjunto de nós conectados por arcos rotulados. Os nós representam os recursos e os arcos representam as propriedades destes recursos. A figura 2.13 mostra o exemplo representado na tripla acima na forma de um grafo.

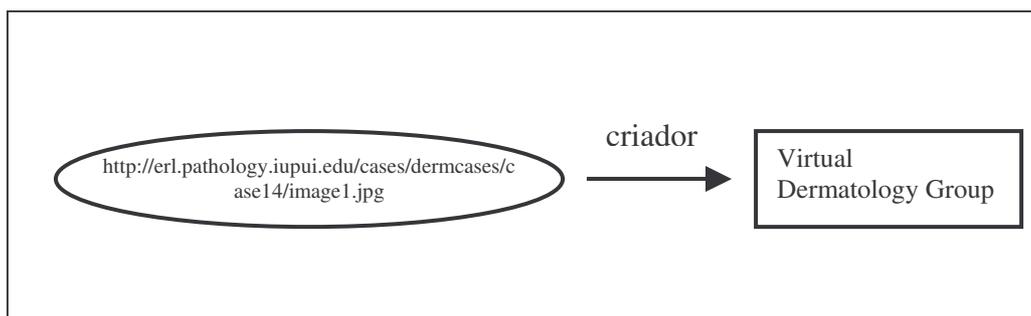


FIGURA 2.13 - Representação na forma de grafo do recurso

O RDF não é uma linguagem, mas sim um modelo de dados que provê um *framework* conceitual e abstrato para definição e uso de metadados no contexto Web. Para tanto, se faz necessário o uso de uma linguagem que consiga expressar este modelo. A linguagem de marcação XML é uma das possíveis formas de representação das instâncias dos modelos RDF. [MAR2001] cita alguns motivos que levaram à escolha da XML:

- Uma sintaxe baseada em XML certamente facilitará a tarefa de tornar o RDF o padrão de metadado para descrição de recursos no contexto Web.
- XML é hoje um padrão amplamente aceito no contexto de interoperabilidade sintática de informações via rede, haja vista o grande número de ferramentas disponíveis no mercado, e a preocupação cada vez maior dos fornecedores em desenvolver produtos que incorporem as características do XML.
- XML é compatível com SGML (Standard Generalized Markup Language) e HTML (Hyper Text Markup Language) o que aumenta consideravelmente sua portabilidade.
- XML fornece o mecanismo *namespaces*, através do qual a arquitetura RDF consegue misturar diferentes padrões de metadados para compor descrições de recursos dentro de um mesmo documento.

Para o propósito de criação e intercâmbio de metadados duas sintaxes em XML são propostas para expressar os modelos RDF: A *serialization syntax* expressa as capacidades completas dos modelos de dados e a *abbreviated syntax* que provê uma forma mais compacta para representar um subconjunto do modelo de dados.

A figura 2.14 ilustra a descrição em *serialization syntax* de um recurso, a imagem `<http://erl.pathology.iupui.edu/cases/dermcases/case14/image1.jpg>`, suas propriedades e respectivos objetos. A descrição é baseada no modelo definido pelo padrão Dublin Core.

```

1 <?xml version="1.0"?>
2 <rdf:RDF
3   xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
4   xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
5 <rdf:Description
rdf:about="http://erl.pathology.iupui.edu/cases/dermcases/case14/image1.jpg">
6   <dc:date>
7     1998-08-27
8   </dc:date>
9   <dc:format>
10    image/jpeg
11  </dc:format>
12  <dc:language>
13    en
14  </dc:language>
15  <dc:author>
16    Virtual Dermatology Group
17  </dc:author>
18 </rdf:Description>
19 </rdf:RDF>

```

FIGURA 2.14 - Descrição RDF seguindo a *serialization syntax* em XML

A primeira linha indica o documento XML e a versão da linguagem. Da segunda à quarta linha, é declarado que o bloco (`<rdf ...> ... </rdf>`) é uma expressão RDF e usa o formato definido pela especificação do modelo e sintaxe, ou seja, o vocabulário RDF que está na URI citada.

A linha 3 faz referência à especificação Dublin Core. As declarações RDF fazem uso deste prefixo para indicar que se trata de um conjunto particular de propriedades RDF e sua respectiva gramática (esquema RDF) definidas pelo padrão Dublin Core;

A tag “Description” na quarta linha indica o recurso da Web que terá seus metadados descritos.

As demais linhas são sentenças RDF que descrevem as outras propriedades e seus respectivos valores do recurso, ou seja, os metadados: *date*, *format*, *language* e *author*.

A figura 2.15 ilustra uma “*abbreviated syntax*” para o exemplo da figura 2.9.

```

1 <?xml version="1.0"?>
2 <rdf:RDF
3   xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
4   xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
5 <rdf:Description
rdf:about="http://erl.pathology.iupui.edu/cases/dermcases/case14/image1.jpg">
6   dc:date="1998-08-27"
7   dc:format="image/jpeg"
8   dc:language="en"
9   dc:author="Virtual Dermatology Group" />
10 </rdf:RDF>

```

FIGURA 2.15 - Descrição RDF seguindo a *abbreviated syntax* em XML

Além de fazer declarações sobre recursos da Web, o RDF pode ser usado para fazer declarações sobre declarações. O processo de aninhar declarações torna-se

possível através do mecanismo de **reificação**³ (*reified*), que considera qualquer sentença RDF (*statement*) como um recurso. A reificação em RDF significa expressar uma sentença como um recurso com quatro propriedades:

- *subject* : identifica o recurso que é descrito pela sentença modelada.
- *predicate*: identifica a propriedade original na sentença modelada.
- *object* : identifica o valor da propriedade na sentença modelada.
- *type*: descreve o tipo do novo recurso. Todos as sentenças reificadas são instâncias de *rdf:statement*, ou seja, elas têm uma propriedade de tipo cujo objeto é *rdf:statement*. A propriedade *type* é também usada para declarar o tipo de qualquer recurso. Seu uso é descrito com mais detalhes na especificação do modelo e sintaxe RDF <<http://www.w3.org/TR/REC-rdfsyntax/>> e é mais utilizado na especificação dos esquemas RDF.

Um novo recurso modelado com as quatro propriedades acima representa a sentença original e pode ser usado como um objeto para outras sentenças e tem sentenças adicionais feitas sobre ele. O recurso modelado com as quatro propriedades não é uma substituição para a sentença original, mas um modelo de sentença. Uma sentença e sua correspondente sentença reificada existem de forma independente em um grafo RDF e podem estar presentes isoladamente. Um grafo RDF contém um fato dado à sentença se e somente se a sentença está presente no grafo, independente se a sentença reificada correspondente está presente [LAS99].

A figura 2.16 ilustra a representação de reificação da tripla (criador, [<http://erl.pathology.iupui.edu/cases/dermcases/case14/thumbnails/image1.jpg>] em um grafo. A mesma sentença, expressa acima na forma de tripla, dá origem a um novo recurso (R), descrito pelo seguinte conjunto de sentenças:

(*rdf:type*, [R], [*rdf:statement*])

(*rdf:subject*, [R], [<http://erl.pathology.iupui.edu/cases/dermcases/case14/thumbnails/image1.jpg>])

(*rdf:predicate*, [R], [criador])

(*rdf:object*, [R], “Virtual Dermatology Group”)

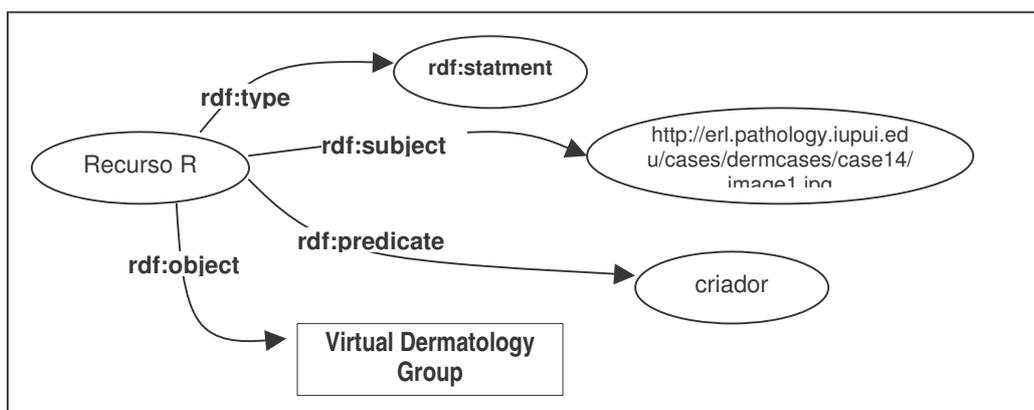


FIGURA 2.16 - Reificação de uma sentença RDF

³ Termo que define a atitude de tratar conceitos abstratos como se fossem realidades ou objetivos

A correspondente representação da sentença reificada é mostrada em sintaxe XML na figura 2.17.

```

<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
  <rdf:Description>
    <rdf:subject resource="http://erl.pathology.iupui.edu/
      cases/dermcases/case14/image1.jpg"/>
    <rdf:predicate resource="http://www2.unoeste.br/~silvio/schema/Criador"/>
    <rdf:object>Virtual Dermatology Group</rdf:object>
    <rdf:type resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Statement"/>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>

```

FIGURA 2.17 - Reificação de uma sentença expressa em XML

O modelo de dados RDF oferece mecanismos que possibilitam a criação de coleções de recursos ou literais. O RDF define três tipos básicos de coleções:

- *bag*: lista desordenada utilizada para indicar que uma propriedade tem múltiplos valores, cuja ordenação não é significativa e pode haver elementos repetidos;
- *sequence*: lista ordenada em que a ordem dos elementos é significativa e pode haver repetição;
- *alternative*: lista de recursos ou literais que representam alternativas para um valor de uma propriedade e, portanto, não admite repetição de elementos.

A figura 2.18 ilustra o uso de uma coleção do tipo *rdf:Sequence*. O exemplo descreve um conjunto de autores os quais são criadores do recurso, a página Web <<http://erl.pathology.iupui.edu/cases/dermcases/case.cfm?case=14>>. A primitiva *rdf:type* é utilizada para especificar o tipo da coleção. Cada membro da coleção é rotulado de forma única através dos elementos do conjunto de ordinais {1, 2, 3..} que, no modelo RDF, é denominado *Ord*. A descrição do exemplo na sintaxe XML é apresentada na figura 2.19.

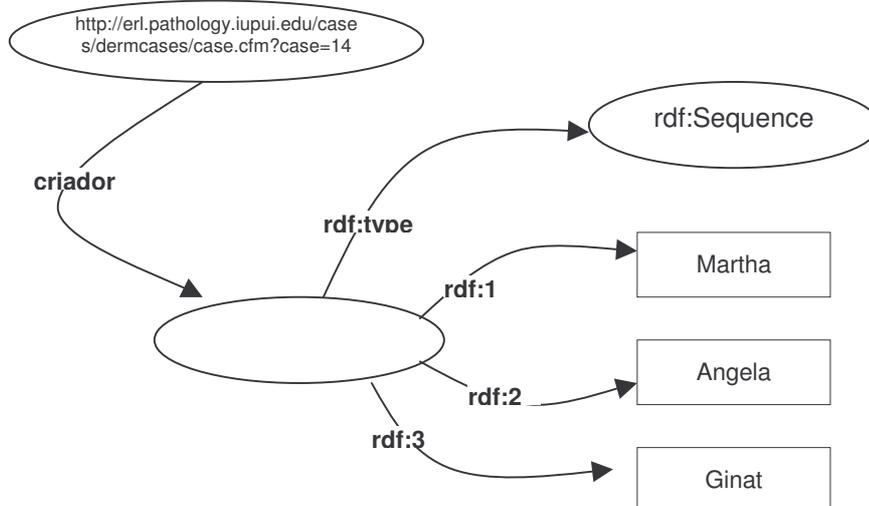


FIGURA 2.18 - Exemplo de coleção do tipo *sequence*

```

<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/">
  rdf:Description rdf:about=" http://erl.pathology.iupui.edu/cases/
                        dermcases/case.cfm?case=14">

    <dc:author>
      <rdf:Sequence>
        <rdf:li> Martha </rdf:li>
        <rdf:li> Angela </rdf:li>
        <rdf:li> Ginat </rdf:li>
      </rdf:Sequence>
    </dc:author>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>

```

FIGURA 2.19 - Coleção *sequence* descrita em XML

O modelo de dados do RDF pode lembrar um diagrama de entidade-relacionamento, já que as propriedades da RDF representam relacionamentos entre recursos. O RDFS-*Resource Description Framework Schema Specification* [BRI2000] é responsável por prover mecanismos para declaração dessas propriedades. Um esquema não define somente as propriedades dos recursos, mas também os tipos de recursos que estão sendo descritos. Pode ser entendido como uma espécie de dicionário onde são definidos os termos que serão utilizados em declarações RDF. A especificação da RDF Schema do W3C fornece os mecanismos necessários à definição de elementos, de classes de recursos, de possíveis restrições de classes e relacionamentos e detecção de violação de restrições.

O RDFS veio complementar o modelo RDF básico na tarefa de se alcançar interoperabilidade semântica no contexto Web. A especificação do RDFS foi diretamente pensada levando em consideração problemas específicos e imediatos. Seus criadores esperam que outros problemas futuros compartilhem características parecidas e que assim seja possível usar as classes básicas já projetadas.

O RDF Schema descrito na especificação do W3C é uma coleção de recursos da RDF que podem ser utilizados para descrever propriedades de outros recursos da RDF para definir vocabulários para aplicações específicas da RDF.

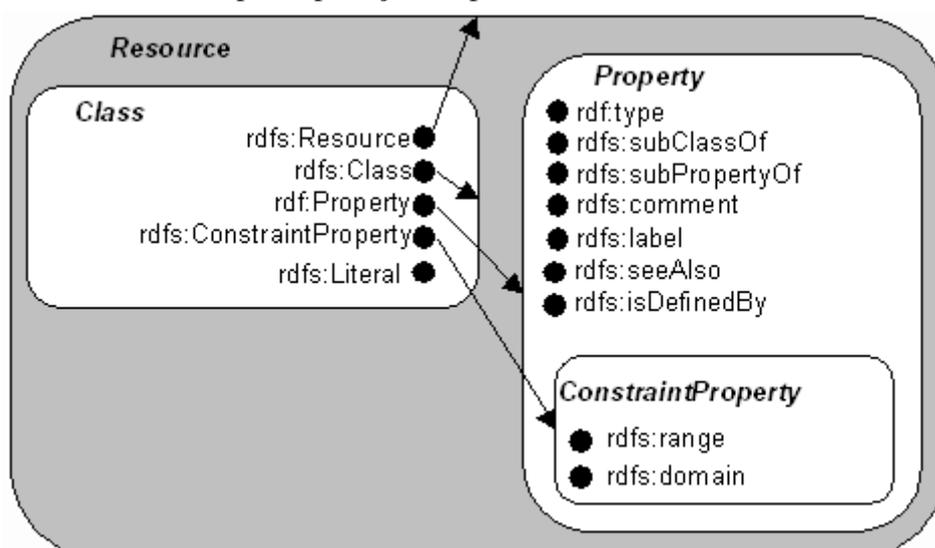


FIGURA 2.20 - Classes e Recursos como Conjuntos e Elementos [BRI2000]

A figura 2.20 mostra o fato de que todo objeto em RDF é um *Resource*, e ilustra os conceitos de classe, subclasse e recurso. Uma classe é representada pelo retângulo de

cantos arredondados, os recursos são representados por um grande ponto preto e as setas apontam de um recurso à sua respectiva classe. Uma subclasse, que também é uma classe, é representada por um retângulo de cantos arredondados envolvido em outro, sua superclasse.

A figura 2.21 [BRI2000] mostra a hierarquia entre classes através de grafo. A seta com o indicativo *s* aponta do nó que representa a subclasse ao nó representante da sua respectiva classe, indicando que há entre elas uma propriedade *rdfs:subClassOf* e a seta com o indicativo *t*, similarmente, aponta do nó que representa o recurso ao da sua instância, indicando que há entre eles uma propriedade *rdf:type*.

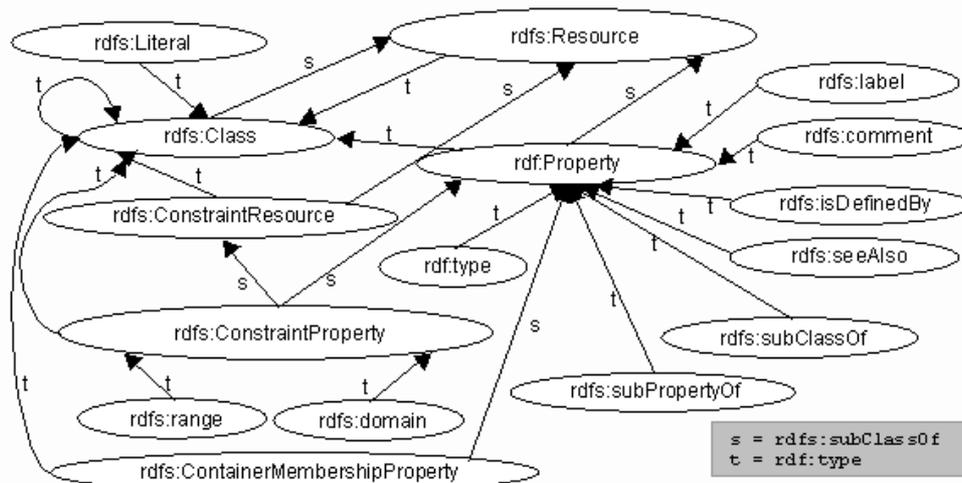


FIGURA 2.21 - Hierarquia de classes do modelo RDF Schema [BRI2000]

Um dos objetivos do mecanismo é permitir a implementação de herança múltipla, garantindo assim uma grande extensibilidade ao modelo RDF. É permitido herdar as definições de esquemas já existentes, especializando os metadados de uma determinada comunidade, promovendo assim o reuso e o compartilhamento destes esquemas. O mecanismo reúne primitivas que permitem definir classes e seus inter-relacionamentos. Dentre as primitivas relacionadas a classes destacam-se:

- *rdfs:resource*: a mais geral das classes, pois tudo pode ser definido como um recurso. Todas as demais classes são suas subclasses.
- *rdf:property*: representa o subconjunto de recursos que são propriedades (similar à noção de atributo em orientação a objetos). É sub-classe de *rdfs:Resource*.
- *rdfs:class*: tem o mesmo conceito de classe das linguagens de programação. Representa o conceito genérico de tipo ou categoria, similar à noção de classe em orientação a objetos. É sub-classe de *rdfs:Resource*.

Todo modelo RDF que também usa o mecanismo de esquema, implicitamente inclui as propriedades da classe *rdf:property* e provêe um mecanismo para expressar relações entre classes e suas instâncias ou superclasses. Dentre as propriedades disponíveis no mecanismo destacam-se:

- *rdf:type*: é subclasse de *rdf:property* e indica que um recurso é instância de uma classe, possuindo todas as suas características. Um recurso pode ser instância de mais de uma classe.

- *rdfs:subClassOf*: é subclasse de *rdf:property* e denota a relação de subclasse/superclasse entre duas classes. Esta propriedade é a principal responsável pela herança múltipla, em virtude de sua característica de transitividade.
- *rdfs:subPropertyOf*: é subclasse de *rdf:property* e denota a relação de especialização entre duas propriedades, possibilitando a definição de uma hierarquia de propriedades.
- *rdfs:seeAlso*: indica um recurso que pode fornecer informações adicionais sobre o recurso em questão;
- *rdfs:isDefinedBy*: é uma subpropriedade de *rdfs:seeAlso* e indica o recurso que define o recurso em questão.

A especificação do esquema RDF também possui um vocabulário para a declaração de restrições quanto ao uso das propriedades e classes em dados RDF. As principais restrições são:

- *rdfs:domain*: instância da classe *rdfs:ConstraintProperty* usada para especificar qual classe uma propriedade pode ser usada. Uma propriedade pode ter zero, uma ou mais que uma classe como seu domínio.
- *rdfs:range*: instância da classe *rdfs:constraintProperty* que permite restringir os valores que uma propriedade pode assumir.
- *rdfs:constraintResource*: define uma subclasse de *rdfs:resource* cujas instâncias são construções RDFS envolvidas na expressão de restrições. O propósito desta classe é fornecer um mecanismo que permita que processadores da RDF chequem a consistência de um modelo RDF.
- *rdfs:constraintProperty*: define uma subclasse de *rdfs:resource* cujas instâncias são propriedades utilizadas para especificar restrições. Esta classe é uma subclasse de *rdfs:constraintResource* e corresponde ao subconjunto daquela classe representando propriedades.

O esquema RDF fornece ainda algumas propriedades que possibilitam a documentação e anotações dentro do esquema RDF:

- *rdfs:comment*: utilizado para registrar comentários sobre recursos
- *rdfs:label*: utilizado para o registro de nomes de um recursos, por exemplo, em diversas línguas.

Para ilustrar o uso dos conceitos e os mecanismos discutidos acima, a figura 2.22 [BRI2000] representa um esquema RDF que define uma hierarquia de classes.. É definido inicialmente a classe *MotorVehicle*. As classes *PassengerVehicle*, *Truck* e *Van* são subclasses de *MotorVehicle*. A classe *MiniVan* herda as características das classes *Van* e *MotorVehicle* em um processo de herança múltipla. Duas propriedades são definidas nos esquema: *registeredTo* e *rearSeatLegRoom* e utilizam as restrições *rdfs:domain* e *rdfs:range* na sua construção. A propriedade *registeredTo* é aplicada a qualquer *MotorVehicle* e tem como valor um recurso do tipo *Person*. A propriedade *rearSeatLegRoom* aplica somente a *Minivans* e *PassengerVehicles* e possui valor numérico.

```

<rdf:RDF xml:lang="en"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#">

<rdf:Description ID="MotorVehicle">
  <rdf:type resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Class"/>
  <rdfs:subClassOf
    rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Resource"/>
</rdf:Description>

<rdf:Description ID="PassengerVehicle">
  <rdf:type resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Class"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MotorVehicle"/>
</rdf:Description>

<rdf:Description ID="Truck">
  <rdf:type resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Class"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MotorVehicle"/>
</rdf:Description>

<rdf:Description ID="Van">
  <rdf:type resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Class"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#MotorVehicle"/>
</rdf:Description>

<rdf:Description ID="MiniVan">
  <rdf:type resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Class"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#Van"/>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#PassengerVehicle"/>
</rdf:Description>

<rdf:Description ID="registeredTo">
  <rdf:type resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Property"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#MotorVehicle"/>
  <rdfs:range rdf:resource="#Person"/>
</rdf:Description>

<rdf:Description ID="rearSeatLegRoom">
  <rdf:type resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#Property"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#PassengerVehicle"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="#Minivan"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/03/example/classes#Number"/>
</rdf:Description>

</rdf:RDF>

```

FIGURA 2.22 - Hierarquia de Classes do modelo RDF Schema [BRI2000]

2.3 Considerações Finais

A utilização de imagens nas diversas áreas da medicina é de grande importância na realização de diagnósticos e escolha da terapêutica a ser adotada. Hoje as imagens médicas podem ser recuperadas via Web, em bancos de imagens médicas e por mecanismos de busca. Embora presentes em grande quantidade, a recuperação dessas imagens é um processo muitas vezes frustrante e sendo prejudicada pela falta de um padrão de metadados que utilizado por consenso, possa catalogar e permitir uma pesquisa com maior precisão.

Até recentemente, os meios disponíveis aos provedores de conteúdo para descreverem os recursos que eles disponibilizavam na Web eram inconsistentes, na melhor das hipóteses [ORA2001]. Praticamente, os únicos metadados consistentes em um documento HTML é o elemento <title> que fornece não mais que uma dica, se tanto, sobre o conteúdo da página. A função do elemento <meta> HTML é oferecer um método para embutir metadados arbitrários – mas isso cria mais que um problema do que uma solução, pois as aplicações, os livros, artigos, tutoriais, imagens, filmes e as

instituições emissoras de padrões, todos eles, fornecem pouca orientação a respeito de como devem ser os metadados e qual a melhor maneira de expressá-los.

Nesta seção foram apresentados alguns padrões de metadados que permitem descrever imagens e algumas arquiteturas que garantem a interoperabilidade desses padrões.

Dentre os padrões apresentados, nenhum deles são aplicados de forma eficiente às imagens médicas, pois não viabilizam descritores para todas as suas características importantes, ou seja, os padrões não descrevem especificidades da semântica extraída das imagens médicas.

O principal objetivo de uma arquitetura de metadados é prover suporte à codificação, ao transporte e ao intercâmbio de uma variedade de metadados desenvolvidos de forma independente. A arquitetura RDF se destaca no processo de interoperabilidade entre domínios da Web, justificando sua adoção neste trabalho. As razões podem ser resumidas em: RDF utiliza a sintaxe XML (padrão praticamente consolidado na Web); sua aplicação é independente, multiplataforma, não proprietária e pode ser implementada em várias linguagens de programação; os recursos de sua especificação atendem desde a interoperabilidade sintática até a semântica, sendo mais adequada à interoperabilidade estrutural [SAN2002]; é extensível, podendo utilizar-se de outras especificações mais adequadas a determinadas situações.

O objetivo desse trabalho vai ao encontro à necessidade de se criar um esquema conceitual de metadados para imagens médicas, considerando seu uso como meio de acesso as imagens médicas, beneficiando profissionais e estudantes que se utilizam da imagem, seja para diagnosticar, ensinar ou aprender.

3 Modelo de Metadados Proposto: MediSeek

Os padrões apresentados no capítulo 2 podem ser aplicados a recursos multimídia, porém não são totalmente adequados à descrição eficiente de imagens médicas, pois não oferecem propriedades para todas as características relevantes à descrição médica.

O modelo de metadados proposto, denominado de modelo de metadados MediSeek, viabiliza a descrição sistemática e detalhada das propriedades de uma imagem médica incluindo propriedades que descrevem tanto suas características técnicas quanto propriedades que descrevem seu conteúdo semântico e seus relacionamentos.

O modelo é fundamentado em seis classes de metadados: Paciente, Autor, Classificação Médica, Imagem, Marcações e Medwords e uma classe para relacionamento entre os recursos. O modelo tem como objetivo principal o suporte as seguintes características:

- Simplicidade: conjunto básico de classes que fornecem elementos descritivos para domínios gerais da medicina, voltados principalmente ao ensino-aprendizagem nas diversas áreas médicas.
- Extensibilidade: a arquitetura da forma de classes permite a extensão do modelo para se adaptar a outros recursos na área da saúde.

Cada uma das classes mantém propriedades com objetivos específicos. As classes são relacionadas abaixo:

- Imagem: propriedades consideradas como informações técnicas relativas à imagem digitalizada;
- Paciente: informações relativas ao personagem retratado;
- Classificação Médica: elementos que classificam as informações de acordo com propriedades da área médica;
- Autor: informações sobre a autoria da descrição;
- Associação: descreve o relacionamento entre recursos;
- Medwords: termos médicos não previstos no modelo;
- Marcações: conjunto de elementos que permitem a anotação textual de regiões da imagem.

A extensão das classes, sobretudo da classe Classificação Médica, permite a agregação de informações específicas sobre determinada área médica e com isso é possível o uso do modelo em nível mais específico.

A classe Medwords foi projetada para suprir o modelo de dados de elementos específicos da terminologia médica e seus atributos e pode ser utilizada como uma forma de extensão do modelo.

A seção seguinte mostra a especificação das classes existentes no esquema proposto de forma a detalhar seus elementos.

3.1 Especificação das classes

O esquema conceitual viabiliza a descrição de imagens médicas, do tipo fotografia, gravura ou imagens técnicas de várias especialidades. O modelo é representado em UML (Unified Modeling Language) na figura 3.1.

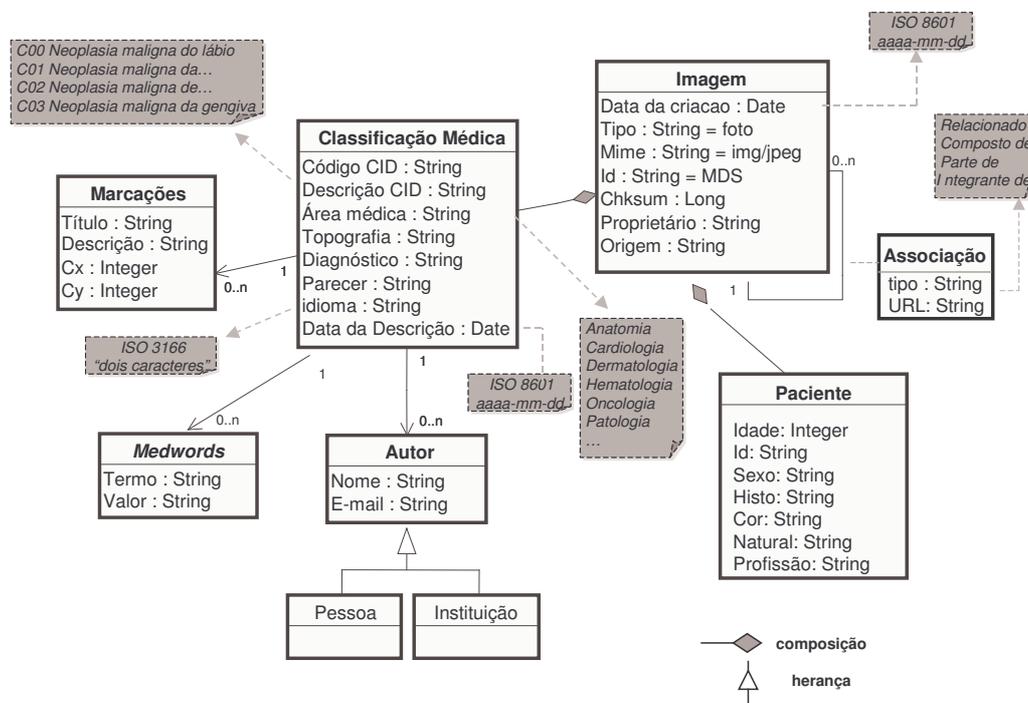


FIGURA 3.1 - Diagrama de classes do modelo

A classe Imagem, considerada como classe principal, é formada pela composição das classes Classificação Médica e Paciente e pelo inter-relacionamento definido por objetos da classe Associação. Classificação Médica, por ser uma classe que mantém atributos médicos, é considerada a mais importante com vista à descrição e recuperação dos recursos e tem o relacionamento direto com as classes Autor, Medwords e Marcações.

A seguir é apresentada a descrição detalhada de cada uma das classes definidas no modelo.

3.1.1 Classe Imagem

A classe Imagem representa um conjunto de características genéricas consideradas como informações técnicas da imagem digitalizada. Por meio do auto-relacionamento pode ser definida a associação de objetos Imagem. As propriedades da classe Imagem e suas descrições podem ser visualizadas na tabela 3.1.

TABELA 3.1 - Propriedades da classe Imagem

Elemento	Descrição	Valores/Formato
Data da criação	Data associada à produção da imagem digital.	Formato ISO 8601: aaaa-mm-dd
Tipo	Classificação da imagem original quanto sua fonte de criação.	Imagem fotografica, figura ou imagem técnica
Mime	Tipo MIME [IAN2002] que representa o formato do arquivo.	image/jpeg
Id	Seqüência de três bytes que valida/identifica o modelo de metadados.	“MDS”
Título	Título da imagem.	Texto livre
Chksum	Soma dos valores dos <i>pixels</i> da imagem e do valor de alguns atributos para garantir a autenticidade entre a descrição e o conteúdo visual.	Valor numérico (procedimento ainda não definido)
Proprietário	Nome ou identificação do proprietário da imagem digital.	Texto livre
Origem	Local de origem da imagem digital.	URL, referência bibliográfica, título de CD, etc.

3.1.2 Classe Paciente

A classe Paciente define atributos que representam a pessoa retratada. Por motivos éticos, dados que expõem a identidade de um paciente devem ser omitidos. A classe Paciente é composta por informações relevantes para pesquisa e para o levantamento de dados onde o importante é a incidência de casos ao nível de diagnóstico, e não de um caso em particular, portanto a identidade do paciente deve ser preservada. A tabela 3.2 apresenta as propriedades da classe Paciente.

TABELA 3.2 - Propriedades da classe Paciente

Elemento	Descrição	Valores/Formato
Idade	Idade do paciente.	Em anos
ID	Apelido que identifica um paciente. Por questão de ética, o nome verdadeiro de um paciente deve ser preservado.	Texto livre
Sexo	Sexo do paciente.	Masculino, feminino ou indefinido
Cor	Cor de pele.	Branco, negro, mulato, pardo, etc.
Profissão	Profissão ou ocupação principal.	Texto livre
Naturalidade	Região de origem.	Formato: País Estado Cidade
Histo	História clínica do paciente.	Texto livre

3.1.3 Classe Classificação Médica

A classe Classificação Médica representa a descrição do conteúdo visual com vista a atributos da área médica. Um dos elementos da classe Classificação Médica é a classificação quanto ao código da Classificação Internacional de Doenças, décima edição (CID-10).

A CID-10 é uma ontologia proposta pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para classificar doenças, lesões e causas externas de doenças/lesões.

Propriedades da classe Classificação Médica são apresentadas na tabela 3.3.

TABELA 3.3 - Propriedades da classe Médica

Elemento	Descrição	Valores/Formato
Código CID	Código CID-10 que classifica o conteúdo da imagem.	Classificação CID-10
Descrição CID	Descrição referente ao código CID-10.	Descrição CID-10
Área Médica	Especialidade medica.	Anatomia, cardiologia, dermatologia, etc.
Topologia	Parte do corpo humano representado pela imagem.	Cabeça, troco, membro superior, membro inferior, etc.
Diagnóstico	Diagnóstico formulado por um profissional da medicina.	Texto livre
Parecer	Informações complementares ao diagnóstico ou a atributos gerais da imagem, paciente ou classificação médica.	Texto livre
Idioma	Idioma utilizado na descrição dos atributos da imagem.	Formato ISO 3166: dois dígitos
Data da descrição	Data da descrição da imagem.	Formato ISO 8601: aaaa-ddd-mm

3.1.4 Classe Autor

Uma imagem pode ser descrita por um ou mais autores, que podem ser pessoas ou instituições. A classe Autor possui propriedades que representam o autor da imagem. Pessoa e Instituição são sub-classes de Autor. As Propriedades de autor são nome e e-mail.

3.1.5 Classe Associação

A classe Associação representa a ligação existente entre os objetos do tipo Imagem. Uma imagem pode ter as seguintes associações: relacionado a, composto de, parte de e integrante de, representada pela propriedade Tipo.

A associação tipo “*relacionado a*” é utilizado para representar a situação em que várias imagens fazem parte de um mesmo contexto, e este referenciado pela associação tipo “*integrante de*”. Considere, por exemplo, que as imagens A e B fazem parte da descrição de um caso clínico da *web page* C, então as duas imagens estão relacionadas pela associação tipo “*relacionado a*” e são integrantes do recurso C.

As associações tipo “*composto de*” e “*parte de*” representam casos de imagens fragmentadas ou de imagens que tiveram regiões destacadas.

As associações podem ser entre imagens ou entre imagens e outros recursos, tais como *Web pages*, artigos ou títulos de livros e CDs.

3.1.6 Classe Marcações

A classe Marcações representa componentes que podem ser destacados em regiões da imagem. Instâncias do tipo Marcação possuem o título, a descrição e o par de coordenadas X e Y para o posicionamento da marca. A unidade utilizada para o posicionamento da marca é o *pixel*.

3.1.7 Classe MedWords

Termos médicos e seus valores são muitas vezes dependentes de especialidades médicas. A classe *Medwords* é a possibilidade de representar metadados específicos e não previstos no modelo MedISseek, suas propriedades são termo e valor. O uso efetivo desta classe depende da adoção de um dicionário de termos médicos.

3.2 Exemplos do modelo de metadados

As figuras 3.2 e 3.3 apresentam exemplos de diagrama de instância modelados de acordo com o modelo de metadados MedISseek.

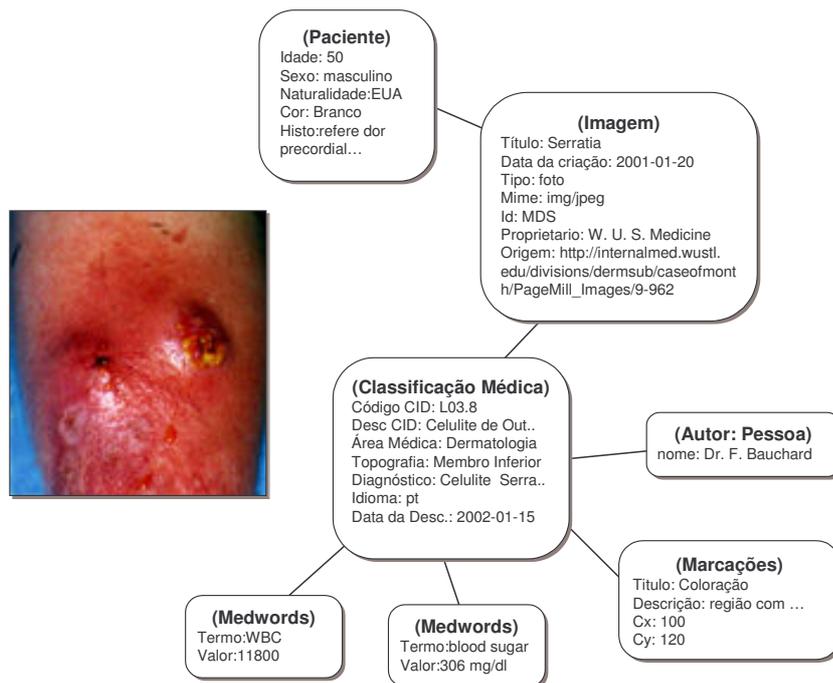


FIGURA 3.2 - Exemplo de diagrama de instância (1)

O primeiro exemplo representa a imagem de um caso clínico na área de dermatologia descrito na *web page* <http://internalmed.wustl.edu/divisions/dermsub/caseofmonth/PageMill_Images/9-962>. Os objetos descrevem dados referentes ao paciente, a classificação médica, o autor da descrição e os dados técnicos da imagem. Uma anotação na imagem e dois objetos do tipo Medwords são identificados na descrição da imagem. Os objetos Medwords definem os termos *WBC* e *blood sugar* e seus respectivos valores.

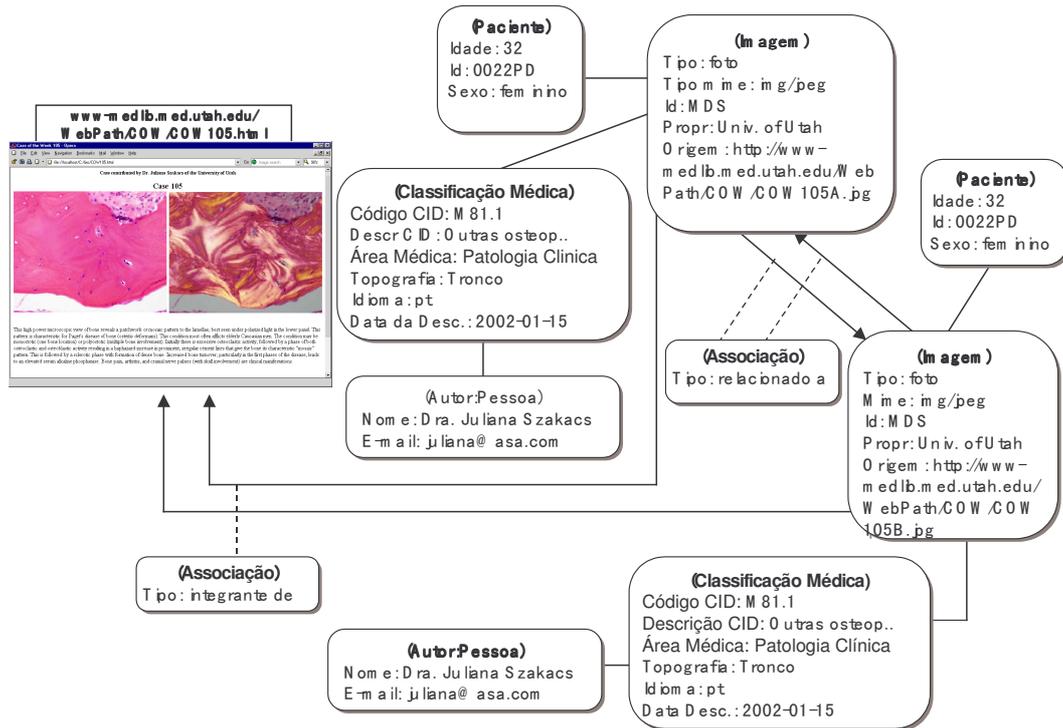


FIGURA 3.3 - Exemplo de diagrama de instância (2)

Recurso Imagem 1:	Recurso Imagem 2:
Objeto Imagem	Objeto Imagem
Tipo: foto	Tipo: foto
Tipo Mime: img/jpeg	Tipo Mime: img/jpeg
Id: MDS	Id: MDS
Chksum:	Chksum:
Proprietario: Univ. of Utah:	Proprietario: Univ. of Utah
Origem: http://www-medlib.med.utah.edu/WebPath/COW/COW105A.jpg	Origem: http://www-medlib.med.utah.edu/WebPath/COW/COW105B.jpg
Objeto Paciente	Objeto Paciente
Idade: 32	Idade: 32
Id: 0022PD	Id: 0022PD
Sexo: feminino	Sexo: feminino
Objeto Classificação Médica	Objeto Classificação Médica
Código CID: M81.1	Código CID: M81.1
Descrição CID: Outras osteop..	Descrição CID: Outras osteop..
Área Médica: Patologia Clínica	Área Médica: Patologia Clínica
Topografia: Tronco	Topografia: Tronco
Idioma: pt	Idioma: pt
Data da Desc: 2002-01-15	Data da Desc: 2002-01-15
Objeto Autor:Pessoa	Objeto Autor:Pessoa
Nome: Dra. Juliana Szakacs	Nome: Dra. Juliana Szakacs
Objeto Associação	Objeto Associação
Tipo: relacionado a	Tipo: relacionado a
Recurso: http://www-medlib.med.utah.edu/WebPath/COW/COW105B.jpg	Recurso: http://www-medlib.med.utah.edu/WebPath/COW/COW105B.jpg
Objeto Associação	Objeto Associação
Tipo: integrante de	Tipo: integrante de
Recurso: http://www-medlib.med.utah.edu/WebPath/COW/COW105.html	Recurso: http://www-medlib.med.utah.edu/WebPath/COW/COW105.html

FIGURA 3.4 - Exemplo do modelo MedISseek na forma descritiva

A figura 3.3 é um exemplo de diagrama de instância que ilustra o relacionamento entre recursos. Este segundo exemplo descreve os recursos extraídos da *web page* <www.medlib.med.utah.edu/WebPath/COW/COW105.html>, que apresenta o relato de um caso clínico da área de patologia de um paciente de 32 anos. O exemplo

envolve a descrição e o relacionamento de duas imagens (associação do tipo: *relacionado a*), e a associação externa (do tipo: *integrante de*) com a página Web.

A figura 3.4 apresenta o exemplo 2 representado na forma descritiva.

O anexo 1 apresenta outros exemplos de descrição de imagens na sintaxe XML/RDF seguindo o modelo de metadados MedISeek.

No anexo 2 pode ser visualizado o RDF Schema utilizado no projeto.

3.3 Considerações Finais

Alguns dos elementos descritores pertencentes ao modelo proposto podem ser identificados nos padrões de metadados discutidos no capítulo 2, por exemplo, os elementos *DC.Title*, *DC.Author* e *DC.Rights* do padrão Dublin Core e os elementos *Creator* e *Source* do padrão VRA. O RDF Schema apresentado no anexo 2, faz referência a esses elementos para permitir a equivalência entre os dois padrões.

Embora, ocorram algumas semelhanças em relação aos elementos técnicos, os elementos que se referem à descrição do conteúdo semântico é bem distinto ou quase inexistente em alguns padrões (o padrão Dublin Core fornece somente os elementos *DC.description* e *DC.subject* para a descrição semântica).

O modelo de metadados MedISeek, por ser específico para imagens médicas, valoriza a descrição do conteúdo semântico e o relacionamento entre estes recursos. A arquitetura de seu modelo, inspirada em classes, favorece a especialização e sua implementação na arquitetura de metadados RDF.

4 Resultados Experimentais: O Protótipo MedISeek

Neste capítulo é apresentado um protótipo denominado de sistema MedISeek (Medical Image Seek), que implementa o modelo conceitual de metadados apresentado no capítulo 3, com o objetivo de validar o uso do modelo.

O sistema MedISeek pode ser considerado segundo Del Bimbo [BIM99] como um sistema de recuperação visual de primeira geração, por usar metadados e esquemas para a classificação e recuperação dos recursos.

A arquitetura do sistema MedISeek é centrada em um serviço Web, que garante o acoplamento leve entre seus sub-sistemas e através da interação entre eles é possível demonstrar a viabilidade do modelo proposto e a garantia do compartilhamento e a interoperabilidade dos metadados.

O sistema MedISeek é destinado à profissionais da medicina que buscam na Web, imagens médicas para fins educacionais, auxílio em diagnósticos, pesquisas e levantamento de dados em diversos casos clínicos e de várias especialidades.

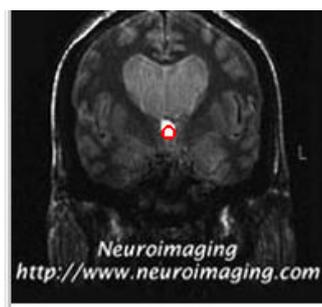
A arquitetura do sistema é composta por quatro sub-sistemas, sendo que três fazem a interface com o usuário. O Descritor MedISeek é o sub-sistema que fornece a interface para a descrição das imagens, foi desenvolvido para operar na arquitetura cliente-servidor fornecida pela Web, e é destinado exclusivamente a usuários autorizados e qualificados para a descrição de imagens médicas. A recuperação de imagens foi implementada pelo sub-sistema Visualizador que em conjunto com o módulo de busca faz a pesquisa, a apresentação e detalhamento dos resultados via navegador Web.

Um dos problemas encontrados no projeto do protótipo foi resolver a seguinte questão: Onde armazenar os metadados? Duas soluções pareciam viáveis: o uso de um banco de dados que relacionasse as imagens com os metadados ou a inserção dos metadados no próprio cabeçalho das imagens. A primeira solução, de implementação simples e muito adotada em sistemas PACS, não resolveria o problema da interoperabilidade e intercâmbio das imagens, já que as imagens isoladas estariam desacompanhadas de suas descrições. A decisão foi adotar um misto das duas soluções: uma para integrar os metadados nos cabeçalhos das imagens podendo estas descrições serem convertidas em RDF (ver figura 4.1) e outra para armazenar em banco de dados para agilizar a pesquisa.

A solução de armazenar somente a descrição das imagens como metadados nos cabeçalhos das imagens demandaria tempo considerável no processo de extração de tais metadados.

A questão do compartilhamento das imagens foi resolvida pelo uso da arquitetura cliente-servidor inerente à internet, tendo como consequência positiva a diminuição de um dos maiores problemas da classificação de imagens por anotações textuais: o alto custo da descrição manual [CHA99]. O Sistema MedISeek opera com contribuições voluntárias, portanto a descrição de imagens é distribuída.

Há ainda algumas questões abertas, que dependem do contexto onde o sistema será adotado, como por exemplo, a garantia da autoria e a precisão da descrição das imagens, mas o objetivo principal é propor uma solução para o compartilhamento de imagens médicas ora confinadas em diversos meios e instituições.



Paciente	Médica	Imagem	Associações	Med Words	RDF
----------	--------	--------	-------------	-----------	-----

```

<img:chksum>0</img:chksum>
<img:proprietario>nuroimaging</img:proprietario>
<RDF:Bag about="img:Associação">
  <RDF:li>
    <associacao:tipo>Relacionado a</associacao:tipo>
    <associacao:recurso>www.neuroimaging.com</associacao:recurso>
  </RDF:li>

```

FIGURA 4.1 - Fragmento de código em RDF

As próximas seções descrevem com detalhes a implementação do protótipo. A seção 4.1 apresenta a arquitetura genérica do protótipo, as seções 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5 descrevem as soluções de implementação dos sub-sistemas Descritor, Gerenciador, módulo de busca e Visualizador, respectivamente. Na seção 4.6 são apresentados os recursos de softwares utilizados no projeto e implementação do protótipo. E, para finalizar, são mostradas algumas conclusões referentes a este capítulo.

4.1 Componentes do Protótipo

O protótipo do sistema MedISeek foi desenvolvido com os seguintes componentes, denominados de sub-sistemas:

- Gerenciador MedISeek;
- Descritor MedISeek;
- Módulo de Busca;
- Visualizador MedISeek.

A figura 4.2 apresenta os sub-sistemas desenvolvidos no projeto MedISeek. O sub-sistema Descritor oferece suporte à descrição das imagens baseado na proposta do modelo de metadados, insere esta descrição no próprio cabeçalho dos arquivos editados e os transmite ao sub-sistema gerenciador. O gerenciador mantém uma base de dados com as descrições geradas de cada imagem e também uma cópia dos arquivos para futura recuperação e conservação dos dados. A recuperação e visualização são realizadas pelo Módulo de Busca e apresentadas no sub-sistema Visualizador através de um navegador Web.

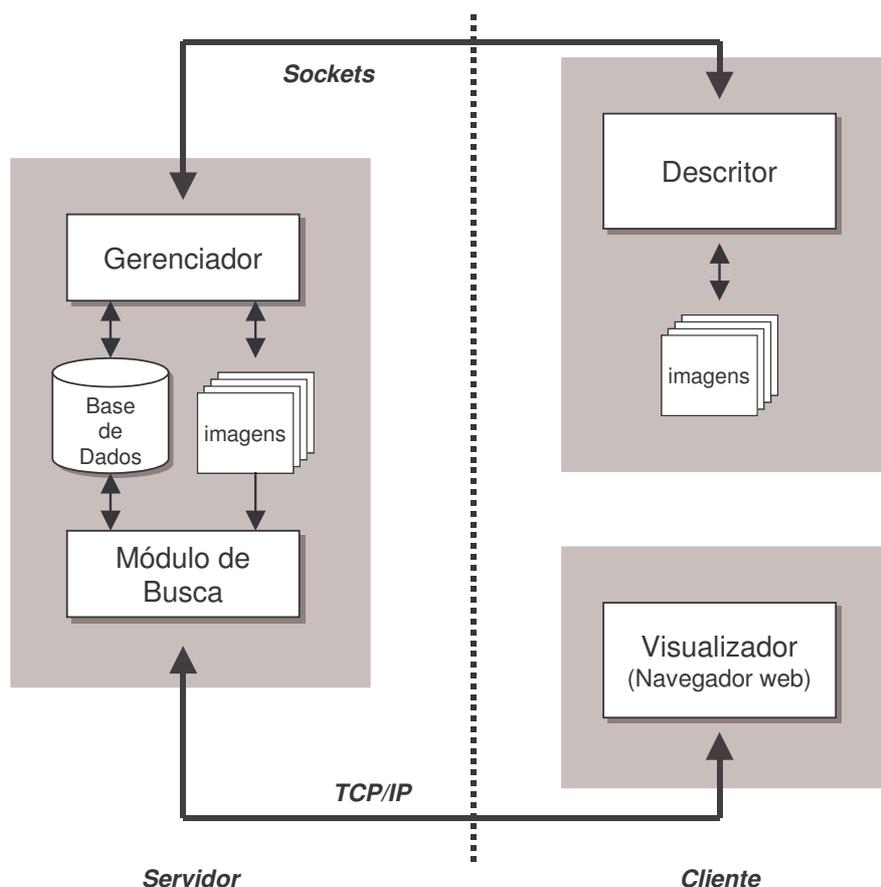


FIGURA 4.2 - Diagrama simplificado dos módulos do sistema

4.1.1 Plataforma de Hardware e Software Utilizada

A ligação entre os sub-sistemas Descritor e Gerenciador via *socket* adota a metodologia cliente-servidor e implementa principalmente o transporte de imagens médicas. A ligação entre o Módulo de Busca e o Visualizador é realizada via serviços Web, viabilizado pela a criação dinâmica de páginas em HTML.

O sub-sistema Gerenciador e o Módulo de Busca foram instalados em um computador Pentium II com 513 Mbytes de memória RAM, 1GHz, utilizando a plataforma Linux RedHat 9.0 sob domínio <http://www.unoeste.br>, acesso a base de dados MySQL e servidor http Apache 2.0.40. O sub-sistemas Descritor, desenvolvido para a plataforma Microsoft Windows foi testado nas versões 95, 98 e XP deste sistema operacional. A relação completa dos softwares utilizados para o desenvolvimento do projeto pode ser visualizada na seção 4.6.

A adoção do banco de dados e do Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) MySQL foi motivado pelas suas características de simplicidade e compatibilidade com várias plataformas de hardware e sistemas operacionais, além de ser um *software* de código aberto e de livre distribuição.

A seguir é detalhado cada sub-sistema integrante do sistema MedISeek.

4.2 Sub-Sistema Descritor

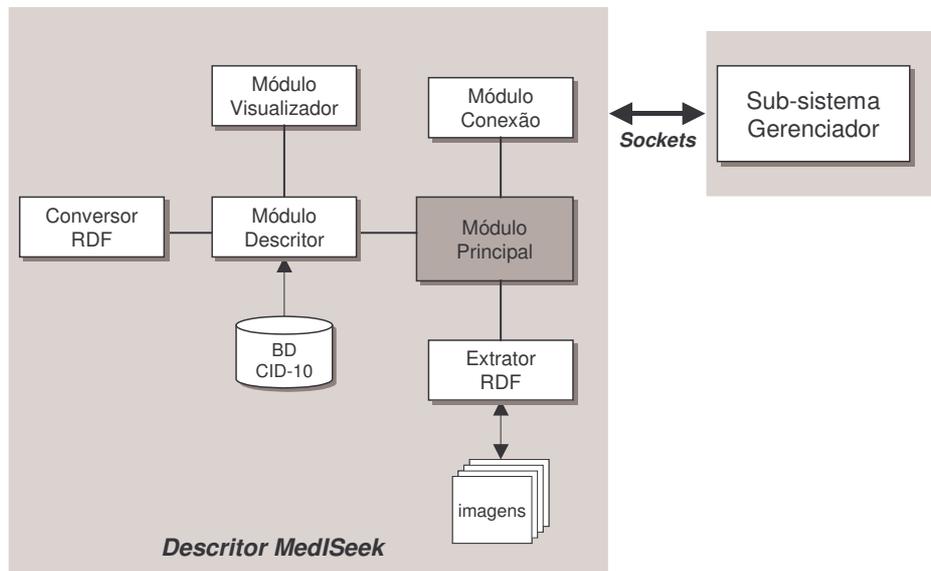


FIGURA 4.3 - Diagrama dos módulos do sub-sistema Descritor

Desenvolvido em Borland C++ Builder 5.0 para o ambiente Microsoft Windows, o sub-sistema Descritor oferece suporte para a manipulação de imagens médicas no formato JPEG. Possui ferramentas para a descrição de imagens e o suporte à conexão com o sub-sistema gerenciador. A figura 4.3 apresenta o diagrama dos módulos deste sub-sistema:

- Módulo Visualizador: interface de visualização de imagens no padrão JPEG;
- Conversor RDF: converte dados para o formato RDF, e embute ou extrai os metadados no cabeçalho de imagens JPEG
- Módulo Descritor: suporte à descrição das imagens com base no modelo de metadados MedISeek e consulta interativa do código CID-10;
- Módulo Conexão: transmite as imagens ao sub-sistema gerenciador utilizando *stream sockets* (TCP/IP).

Alguns dos recursos implementados no sub-sistema Descritor são descritos a seguir.

4.2.1 Elementos da Interface

Na figura 4.4 é apresentada a interface do sub-sistema Descritor no momento em que são editadas três imagens médicas. É possível distinguir três áreas na interface:

- Área de menus, composta por menus do tipo *pull down*, que possibilitam o acesso a todas as funcionalidades do sub-sistema e botões de acesso rápido para as opções mais utilizadas;
- Área cliente, destinada à apresentação das imagens na forma de múltiplos documentos: MDI (*Multiple Document Interface*);

- Área de descrição, organizada por um objeto do tipo "gerenciador de páginas" que possibilita a descrição da imagem, classificando os metadados nas categorias: Paciente, Médica, Imagem, Associações e *Medwords*.

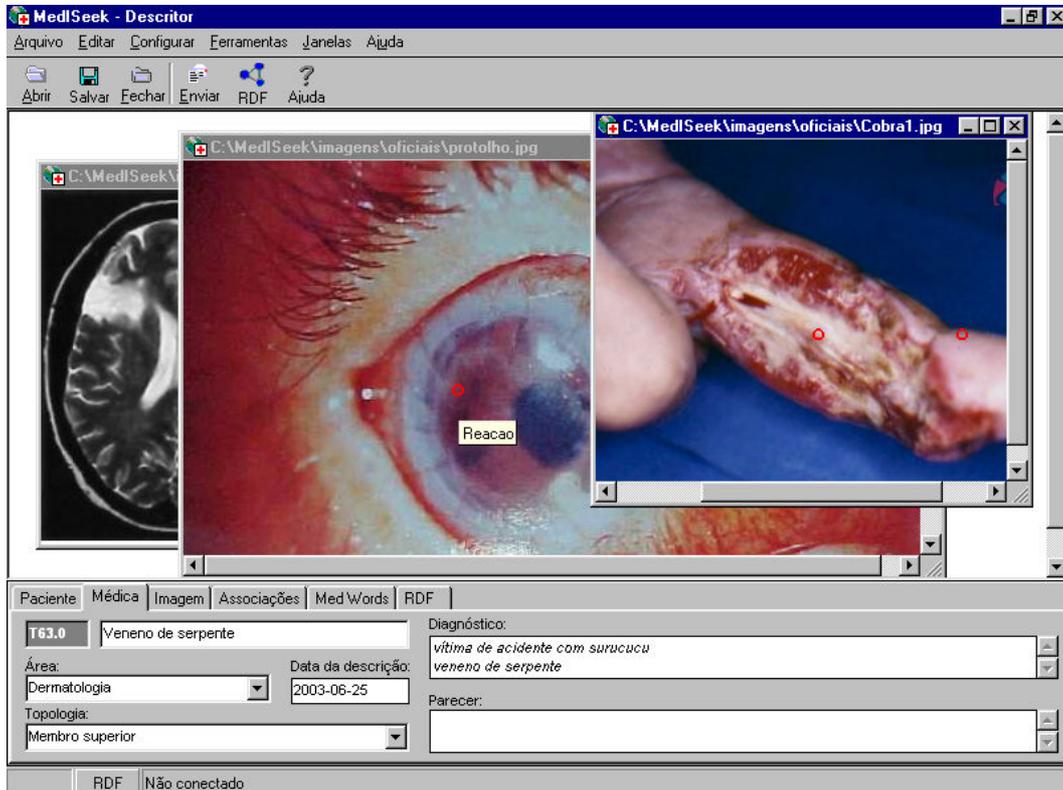


FIGURA 4.4 - Interface do Sub-Sistema Descritor

O sub-sistema Descritor oferece o recurso de menus *pop-up* para a janela de edição de imagens e para a área de descrição. Os menus *pop-up* são acionados ao pressionar o botão direito do mouse.

4.2.2 Embutindo e Extraindo Informações em Cabeçalhos JPEG

A primeira experimentação realizada antes da concepção do protótipo do sub-sistema Descritor foi a implementação de algoritmos para a manipulação de imagens JPEG. Testes foram realizados em C++ Builder e foi constatado que a versão 5.0 deste ambiente tem suporte somente à visualização desse padrão de imagens e não oferece suporte à sua manipulação. Testes também foram realizados no ambiente Microsoft Visual C++ versão 5, onde o mesmo problema foi detectado. A manipulação do conteúdo das imagens JPEG somente tornou possível com a instalação de um pacote recomendado pelo *JPEG Groups*, denominado *JPEG Component Library*. Um SDK (Software Development Kit) desenvolvido pela MWA Software e disponível para *download* em <<http://www.mwasoftware.co.uk/jpeg/download.htm>>.

Embora este pacote forneça suporte a manipulação do conteúdo da imagem, ele não fornece meios para a inserção de comentários nos arquivos das imagens, processo essencial para a realização do projeto. Um estudo realizado na arquitetura dos arquivos JPEG viabilizou a criação de duas funções: `txtinjpeg()` e `txtoutjpg()` que

respectivamente embute e extrai informações textuais em arquivos JPEG. A seguir, este processo é detalhado.

Os metadados em RDF são embutidos na área de comentários dos arquivos JPEG, em blocos de comentário (blocos do tipo “COM”, definido por ISO DIS-10918-1) de acordo com o padrão JPEG [HAM92]

Duas funções foram desenvolvidas na linguagem C para viabilizar a inserção e a extração de informações dos arquivos JPEG. Estas funções foram compiladas nos sub-sistemas Descritor e Gerenciador.

O formato dos arquivos JPEG, conhecido com JFIF (*JPEG Interchange Format*) é composto por uma seqüência de segmentos que são identificados por marcadores (tabela 4.1). Um dos marcadores é o código em hexa: FFFE (COM) que identifica o início de um comentário. Um comentário na arquitetura JFIF é uma seqüência de bytes de tamanho variável, mas não superior a 64Kb. Um arquivo JPEG pode conter vários blocos de comentários.

TABELA 4.1 - Marcadores JFIF

Código (Hexa)	Símbolo	Descrição
Start of Frame não diferencial (Codificação Huffman)		
FFC0	SOF0	Baseline DCT
FFC1	SOF1	Seqüencial estendido DCT
FFC2	SOF2	Progressivo DCT
FFC3	SOF3	Sem perdas (seqüencial)
Start of Frame diferencial (Codificação Huffman)		
FFC5	SOF5	Seqüencial diferencial DCT
FFC6	SOF6	Progressivo diferencial DCT
FFC7	SOF7	Sem perdas diferencial (sequencial)
Start of Frame não diferencial (Codificação aritmética)		
FFC8	JPG	Reservado para extensões
FFC9	SOF9	Seqüencial estendido DCT
FFCA	SOF10	Progressivo DCT
FFCB	SOF11	Sem perdas (seqüencial)
Start of Frame diferencial (Codificação aritmética)		
FFCD	SOF13	Seqüencial diferencial DCT
FFCE	SOF14	Progressivo diferencial DCT
FFCF	SOF15	Sem perdas diferencial (sequencial)
Especificação de tabela de Huffman		
FFC4	DHT	Definição de tabela(s) de Huffman
Especificação de codificação aritmética		
FFCC	DAC	Definição de tabela(s) de codificação aritmética
Outros marcadores		
FFD8	SOI	Início da imagem
FFD9	EOI	Fim de imagem
FFDA	SOS	Início de varredura (start of scan)
FFDB	DQT	Definição de tabela(s) de quantização
FFDC	DNL	Definição de número de linhas
FFDE	DHP	Definição de progressão hierárquica
FFDF	EXP	Expansão de componente(s)
FFE0 a FFEF	APPn	Reservado para segmentos de aplicação
FFF0 a FFFD	JPGn	Reservado para extensão JPEG
FFFE	COM	Comentário
Marcadores reservados		
FF01	TEM	Uso temporário na codificação aritmética
FF02 a FFBF	RES	Reservado

A seguir, uma descrição resumida dos passos implementados nas funções de inserção e extração dos metadados.

A inserção de comentários em arquivos JPEG é representada pela cópia consistente dos vários blocos de compõe o arquivo de imagem, em conjunto com o novo bloco de comentários. O algoritmo deve inserir o comentário logo no início do arquivo, no momento em que encontrar a primeira marca SOF* e depois continuar a cópia dos demais blocos. A função ainda possibilitar selecionar a permanência ou a substituição de comentários pré-existentes.

Na extração dos metadados, o algoritmo faz a busca exaustiva pela marca 0xFE (COM) e a subsequente leitura do bloco de comentários. A busca é baseada no descarte por completo de blocos até que se encontre a marca 0xFE. Uma busca arbitrária seria inconsistente, visto que no conteúdo de um arquivo JPEG pode ocorrer a presença de informações que coincidem que a marca em questão. Para assegurar que o comentário extraído é uma descrição em RDF é realizada uma simples validação heurística.

Segundo Lafon [LAF2000], a idéia de embutir metadados em imagens contribui para a acessibilidade, fornecendo a descrição não visual para este tipo de recurso. Lafon propõe um projeto para descrever e recuperar imagens digitalizadas através de metadados, utiliza o padrão Dublin Core estendido e a arquitetura RDF para representar o conjunto de metadados. A inserção dos elementos metadados nas próprias imagens é realizada pela ferramenta RDFPic [NER2000] e a publicação pelo servidor Jigsaw [JIG2001].

4.2.3 Conversor RDF

```
<?xml version='1.0' encoding='ISO-8859-1'?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#"
xmlns:img="http://www2.unoeste.br/schema/mediseek#"
<rdf:Description rdf:about="">
  <img:id>MDS</img:id>
  <img:data></img:data>
  <img:idioma></img:idioma>
  <img:mime></img:mime>
  <img:tipo></img:tipo>
  <img:origem></img:origem>
  <img:chksum></img:chksum>
  <RDF:Bag about="med:Autor">
    <RDF:li>
      <tipo></tipo>
      <nome></nome>
      <email></email>
    </RDF:li>
  </RDF:Bag>
  <pac:idade></pac:idade>
  <pac:sexo></pac:sexo>
  <pac:id></pac:id>
  <pac:histo></pac:histo>
  <med:CID></med:CID>
  <med:CIDd></med:CIDd>
  <med:area></med:area>
  <med:topol></med:topol>
  <med:diag></med:diag>
  <med:parecer></med:parecer>
  <med:data></med:data>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

FIGURA 4.5 - *Template* RDF

O conhecimento dos elementos metadados tornou simples o processo de conversão da descrição da imagem em uma descrição em RDF. O processo de conversão envolve a utilização de um *template* RDF (figura 4.5) que é preenchido com os dados alimentados pelo usuário.

O processo contrário, ou seja, a extração dos dados da descrição em RDF é realizada por uma função de busca por *tags* e a extração do texto compreendido entre a marca de início e a marca de fim da *tag*.

A função de extração de *tags* foi utilizada também pelo sub-sistema Gerenciador e uma versão foi reescrita em PHP e utilizada pelo sub-sistema Visualizador.

4.2.4 Módulo de Consulta ao Código CID-10

Uma classificação de doenças pode ser definida como um sistema de categorias atribuídas a entidades mórbidas segundo algum critério estabelecido. A décima revisão da Classificação Internacional de Doenças e de Problemas Relacionados a Saúde (CID-10) é a última de uma série que se iniciou em 1893 com a Classificação de Bertillon ou Lista Internacional de Causas de Morte [CID93].

Enquanto as primeiras revisões desta classificação diziam respeito somente às causas de morte, a partir da Sexta Revisão, em 1948, suas finalidades se expandiram passando a incluir doenças não fatais. Esta expansão continuou até a Nona Revisão, ocorrendo algumas inovações para atender às necessidades estatísticas das mais diversas organizações.

A classificação de um caso clínico pelo código CID-10 é uma tarefa bastante tediosa para alguns profissionais da saúde, pois muitas vezes envolve a consulta de forma manual nos quase 12500 registros da bibliografia CID-10. O código CID-10 é formado por registros organizados em 21 capítulos. Cada capítulo é composto por agrupamentos, e cada agrupamento possui referências às categorias, identificadas por um código de 3 caracteres. A descrição final, identificada por um código de 4 caracteres, é referenciada pelas categorias. Como exemplo, a figura 4.6 demonstra os níveis para a classificação da cólera El Tor.

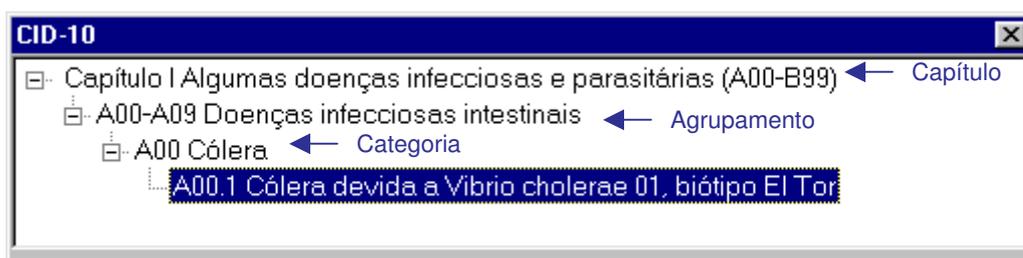


FIGURA 4.6 - Classificação CID-10 para Cólera El Tor.

Para facilitar o acesso ao código CID-10, foi desenvolvido um módulo de consulta interativa que implementa a busca por palavras-chave. Os resultados da busca são apresentados pela interface e habilitados para seleção (figura 4.7). A base de dados CID-10 pode ser adquirida no *site* da Datasus, no endereço eletrônico: <http://www.datasus.gov.br/>. O Descritor MedISseek utilizou a base de dados CID-10 no idioma português e sem acentuação.

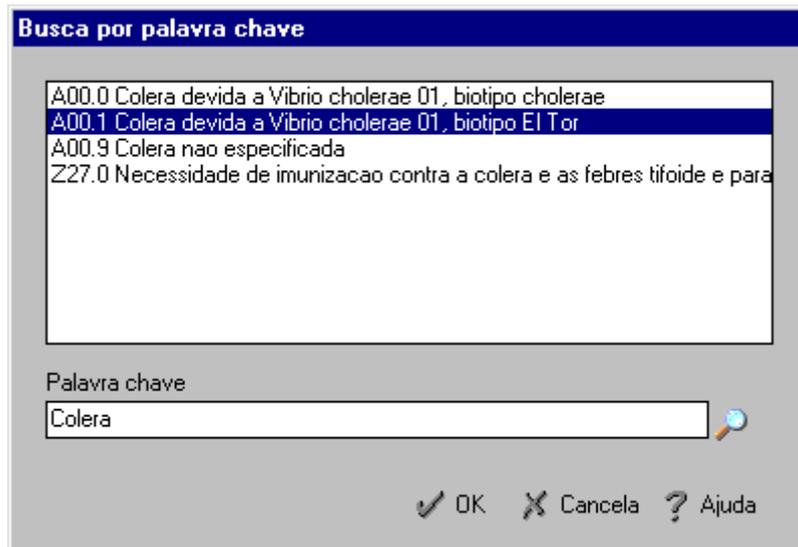


FIGURA 4.7 - Interface do consulta interativa ao código CID-10

4.2.5 Anotações nas Imagens

Anotações em imagens podem ser definidas como ligações entre estrutura de metadados e regiões de interesse da imagem e podem ser facilmente empregados na recuperação de dados [GER2002].

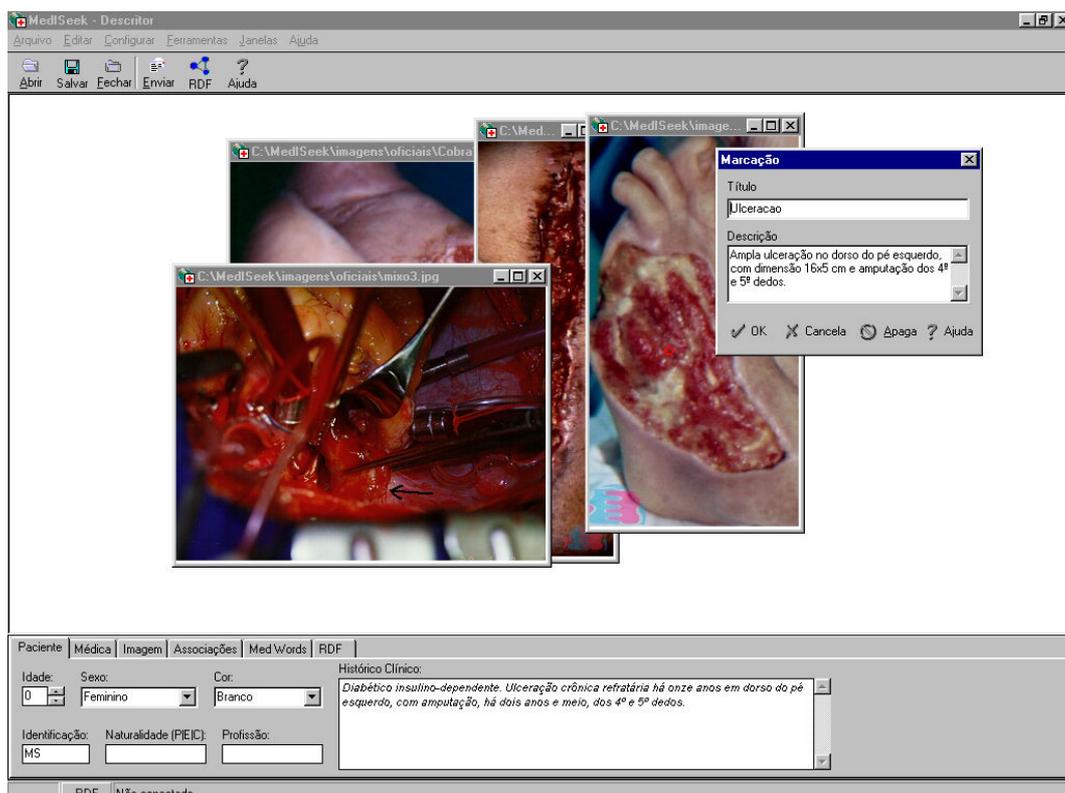


FIGURA 4.8 - Interface de anotações

O sub-sistema Descritor possibilita a anotações em imagens, como prevê o modelo de metadados MedISeek. O processo de anotações é uma importante ferramenta para inserir destaques ou detalhamentos em regiões de uma imagem.

Inserir uma marca e sua conseqüente anotação é uma tarefa bastante simples, basta o usuário selecionar um ponto de referência na região da imagem e inserir a anotação (figura 4.8). A anotação compreende em um título e sua descrição. O sub-sistema Descritor oferece meios para excluir e alterar anotações já existentes.

4.2.6 Comunicação com o Sub-Sistema Gerenciador

O modelo cliente/servidor foi adotado na concepção do projeto de integração entre os sub-sistemas Descritor e Gerenciador. O sub-sistema Gerenciador, por oferecer serviço passível de ser alcançado através da rede, figura como servidor e o sub-sistema Descritor torna-se cliente, pois envia solicitações e espera respostas. O uso do modelo cliente/servidor possibilita que os sub-sistemas possam ser executados em qualquer sistema de computação que suporte a comunicação TCP/IP. Portanto, é possível a implementação e a interação de novas versões dos sub-sistemas e em outras plataformas.

A base para a troca de informações entre os dois sub-sistemas concentra-se em uma abstração conhecida como *socket*. Os sockets comportam-se exatamente da mesma forma que os arquivos ou dispositivos do UNIX, assim, eles podem ser utilizados como operações tradicionais como ler e escrever [COM98]. O sub-sistema Descritor, por ser desenvolvido para a plataforma *Windows*, implementa o uso de *Windows Sockets*. O *Windows sockets* representa o encapsulamento de um conjunto de protocolos de comunicação baseado em TCP/IP que permite que uma aplicação se conecte a outras máquinas para troca de informações.

A classe *TClientSocket* do Borland C++ Builder foi utilizado para implementar o *Windows Socket*. Este componente é representado por uma classe que fornece métodos para a criação, leitura e escrita por *socket*.

4.3 Sub-Sistema Gerenciador

O gerenciador *MedISseek* não possui interface com o usuário, seu objetivo é atender requisições do Descritor *MedISseek*.

Este sub-sistema, desenvolvido em linguagem C para o ambiente Linux, funciona como um elo de ligação entre o Descritor *MedISseek* e o Visualizador *MedISseek*. Suas funcionalidades estão centralizadas em uma base de dados relacional, que mantém os dados extraídos dos cabeçalhos das imagens convertidos de RDF para registros do banco de dados, através de um *parser*. O sistema gerenciador de banco de dados utilizado é o MySQL da MySQL AB.

O motivo da escolha do MySQL para o projeto *MedISseek* projeto, é que além de ser gratuito, o MySQL é um dos gerenciadores de banco de dados mais utilizado no mundo Linux, se não for o mais utilizado [SOA2001].

O gerenciador *MedISseek* tem seus módulos representados como diagramas na figura 4.9.

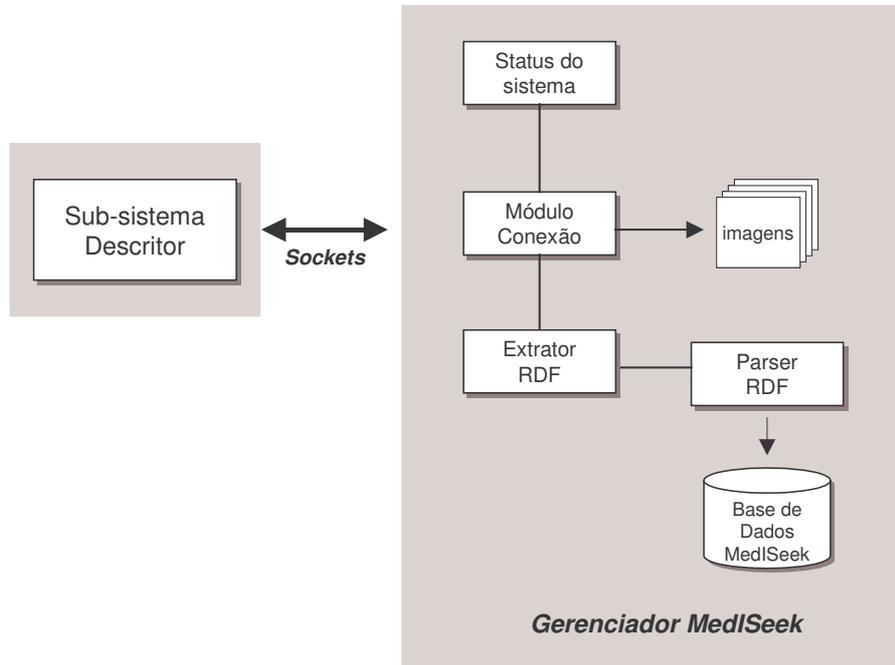


FIGURA 4.9 - Diagrama dos módulos do sub-sistema Gerenciador

4.3.1 Atendimento ao Sub-Sistema Cliente

A conexão com o sub-sistema Descritor, através de *stream sockets*, faz o uso de *threads* para possibilitar o atendimento simultâneo de clientes. A transação dos dados é gerenciada por meio de um protocolo de negociações projetado especificamente para o sistema. O protocolo pode ser visualizado na tabela 4.2.

TABELA 4.2 - Protocolo de negociações entre cliente-servidor

Sub-sistema Origem	Sub-sistema Destino	Código	Informação	Descrição
Descritor	Gerenciador	COM	Código e senha do usuário	Envia requisição para permissão de conexão
Descritor	Gerenciador	HDR	Checksum e proprietário	Envia requisição para a transmissão de uma imagem
Descritor	Gerenciador	IMG	Conteúdo da imagem	Transmite o arquivo de imagem
Descritor	Gerenciador	REIMG	Conteúdo da imagem	Atualiza uma imagem
Gerenciador	Descritor	COMOK	Null	Permissão de conexão concedida
Gerenciador	Descritor	SNDOK	Null	Permissão para <i>upload</i> do arquivo de imagem
Gerenciador	Descritor	RCVOK	Null	Arquivo de imagem recebido com sucesso
Gerenciador	Descritor	ERR1	Null	Problemas na transmissão da imagem
Gerenciador	Descritor	ERR2	Null	A imagem já existe
Gerenciador	Descritor	ERR3	Null	A imagem já existe e foi descrita por outra pessoa
Gerenciador	Descritor	ERR4	Null	Problemas na inserção da imagem no banco de dados

Na figura 4.10, um trecho de código fonte ilustrando a negociação e a recepção de um arquivo de imagem enviado pelo sub-sistema Descritor MedISeek.

```

...
struct iheader hd; // variável para o armazenamento de dados recebidos
size=recv(sockfd,&hd,MAXSIZE,0); // leitura de dados enviados pelo Descritor
if(size<=0) return(0);
if(strcmp(hd.id,"HDR")) // o Descritor enviou informações de uma imagem
{
    // a variável hd contém informações sobre a imagem
    if(!valBD(hd,mens))
    {
        writen(sockfd,mens,strlen(mens)); // a imagem já existe na BD
        return(0);
    }
    strcpy(hd.filename,"../WWW/imagens/");
    strcat(hd.filename,nomei);
    writen(sockfd,"COMOK",5); // resposta ao Descritor informando sobre a
                                // chegada das informações
    stream=fopen(hd.filename,"wb+"); // criação do arquivo de imagem
    while(1) // gravação do conteúdo do arquivo
    {
        size=recv(sockfd,buffer,MAXSIZE,0);
        i=0;
        while(i<size)
        {   putc(buffer[i],stream);
            i++;}
        filesize+=size;
        if(filesize==hd.filesize) // final da transmissão
        {
            fclose(stream);
            if(!insereBD(hd.filename,rec)) // função para inserção no BD
                writen(sockfd, "ERR4",4); // problemas na extração dos dados ou
                                            na gravação na BD
            writen(sockfd, "imOK",4); // imagem recebida com sucesso
            return(0);
        }
    }
}
...

```

FIGURA 4.10 - Trecho de código fonte: negociação entre Gerenciador e Descritor MedISeek

Inicialmente, o Descritor MedISeek envia um cabeçalho com informações sobre a imagem e a permissão para sua transmissão e fica em estado de espera. O estado de espera é finalizado pela mensagem de resposta do Gerenciador MedISeek, depois de consultar a base de dados sobre a consistência da imagem. Finalmente e se permitido, a imagem será transmitida ao Gerenciador.

4.3.2 Conexão com o banco de dados

A figura 4.11 apresenta as tabelas utilizadas pelo sub-sistema Gerenciador. As tabelas são manipuladas pelo gerenciador AB MySQL Database Server 3.23. O acesso e o controle das tabelas foi viabilizado pelo uso da biblioteca *MySQL C API* fornecida pela AB MySQL.

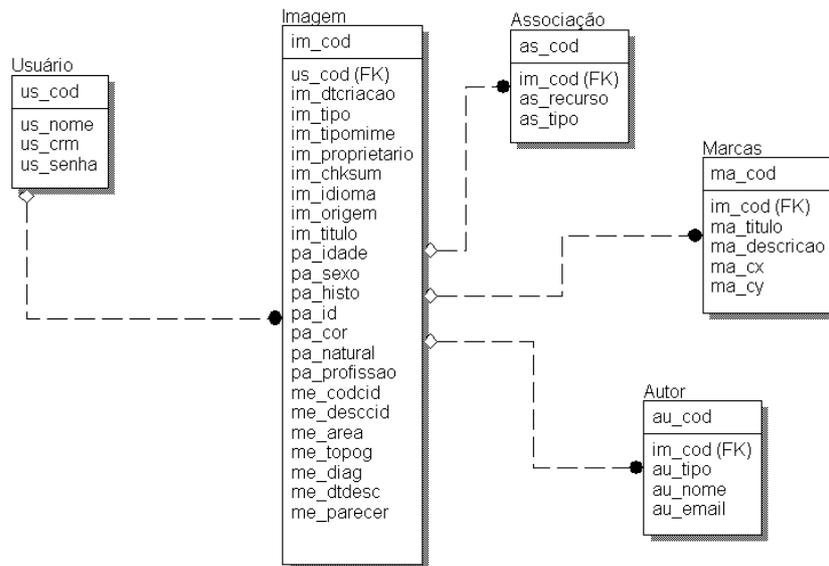


FIGURA 4.11 - Tabelas de dados do sub-sistema Gerenciador

Na implementação de um aplicativo cliente na linguagem C com acesso ao MySQL é necessário, obviamente de um compilador C. Os trechos de código fonte abaixo utilizam o compilador GNU Compiler Collection (gcc) 3.2.2 para plataforma Linux.

Inicialmente, a biblioteca *MySQL Client* deve ser instalada no sistema e referenciada pelo link-editor. O código fonte deve vincular o *header file mysql.h* através de uma diretiva *#include*.

A figura 4.12 apresenta um trecho da função **insereBD()**, parte integrante do sub-sistema Gerenciador que faz conexão com o MySQL.

```

#include <mysql.h>
...
MYSQL my_connection;
...
// tentativa de conexão como o MySQL
mysql_init(&my_connection);
if (mysql_real_connect(&my_connection, "localhost", "silvio", "mediseek",
    "mediseek", 0, NULL, 0))
    printf("Connection success\n");
else
    fprintf(stderr, "<imagem> Erro %d: %s\n", mysql_errno(&my_connection),
        mysql_error(&my_connection));
...

```

FIGURA 4.12 – Trecho de código fonte em C para conexão com o MySQL

4.3.3 Parser RDF

Os dados em RDF extraídos dos arquivos de imagem são convertidos em linhas de banco de dados relacional por um algoritmo desenvolvido, denominado *Parser RDF*. Este processo envolve o uso de duas funções desenvolvidas para o projeto, a função *extrai_marca()* e a função *montaSQL()*. A função *extrai_marca()* recebe como parâmetro o nome de uma propriedade RDF (*tag*) e retorna o objeto (valor). A propriedade e o objeto serão convertidos em comandos SQL pela função *montaSQL()*.

A tabela 4.3 apresenta os comandos em SQL gerados para converter as declarações em RDF de uma imagem exemplo para linhas de tabelas de banco de dados relacional.

TABELA 4.3 - Geração de código SQL a partir da descrição RDF

Descrição em RDF
<pre><?xml version='1.0' encoding='ISO-8859-1'?> <rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#" xmlns:rdfs="http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#" xmlns:img="http://www2.unoeste.br/schema/mediseek#"> <rdf:Description rdf:about="bact18.jpg"> <img:id>MDS</img:id> <img:tipo_mime>img/jpeg</img:tipo_mime> <img:data>2003-09-30</img:data> <img:idioma>pt</img:idioma> <img:tipo>Foto</img:tipo> <img:origem>http://dermatlas.med.jhmi.edu/derm/</img:origem> <img:proprietario>http://dermatlas.med.jhmi.edu/derm/</img:proprietario> <RDF:Bag about="img:Associacao"> <RDF:li> <associacao:tipo>Integrante de</associacao:tipo> <associacao:recurso>http://dermatlas.med.jhmi.edu/derm/IndexDisplay.cfm?ImageID=- 78305054</associacao:recurso> </RDF:li> </RDF:Bag> <pac:idade>19</pac:idade> <pac:sexo>Masculino</pac:sexo> <med:CID>B95.8</med:CID> <med:CIDd>Estafilococo nao especificado, como causa de doencas classificadas em outros capitulos</med:CIDd> <med:area>Dermatologia</med:area> <med:topol>Membro superior</med:topol> <med:diag>Infeccao por estafilococo</med:diag> <med:data>2003-08-26</med:data> <RDF:Bag about="med:autor"> <RDF:li> <autor:tipo>pessoa</autor:tipo> <autor:nome>Kosman Sadek Zikry, MD</autor:nome> </RDF:li> <RDF:li> <autor:tipo>instituicao</autor:tipo> <autor:nome>http://dermatlas.med.jhmi.edu/derm/</autor:nome> </RDF:li> </RDF:Bag> </rdf:Description> </rdf:RDF></pre>
Comandos SQL
<p>Inserção na tabela de imagens:</p> <pre>INSERT INTO imagem(us_cod,im_titulo,im_dtcriacao,im_tipo,im_tipo_mime,im_proprietario, im_origem,im_chksum,pa_cor,pa_natural,pa_idade,pa_sexo,pa_histo,pa_id,pa_profissao,me_codcid, me_desccid,me_area,me_topog,me_diag,im_idioma,me_parecer,me_dtdesc) VALUES(1000, '', '2003-09-30', 'Foto', 'img/jpeg', 'http://dermatlas.med.jhmi.edu/derm/', 'http://dermatlas.med.jhmi.edu/derm/', 0, '', '', 19, 'Masculino', '', '', '', 'B95.8', 'Estafilococo nao especificado, como causa de doencas classificadas em outros capitulos', 'Dermatologia', 'Membro superior', 'Infeccao por estafilococo', 'pt', '', '2003-08-26')</pre>
<p>Inserção na tabela de associações:</p> <pre>INSERT INTO associacao(im_cod,tipo,recurso) VALUES(92,'Integrante de','http://dermatlas. ed.hmi.edu/derm/IndexDisplay.cfm?ImageID=-78305054');</pre>
<p>Inserção na tabela de autores:</p> <pre>INSERT INTO autor(im_cod,tipo,nome,email) VALUES(92,'pessoa','Kosman Sadek Zikry, MD',''); INSERT INTO autor(im_cod,tipo,nome,email) VALUES(92,'instituicao', http://dermatlas.ed. hmi.du/derm/', '');</pre>

Como visto, o *Parser RDF* é um processo simples de conversão. Inicialmente foi estudado o uso de processos genéricos para o armazenamento de declarações RDF em banco de dados relacional, como a abordagem proposta por Zanete [ZAN2001], mas pelo fato do modelo de metadados MedISeek ter atributos conhecidos, o processo

adotado resolveu de forma simples o problema de armazenamento em banco de dados relacional. Com uma futura extensão do modelo, a adoção da proposta de Zanete [ZAN2001] seria muito importante, pois permitiria a manipulação de diversas versões do modelo de metadados sem a necessidade de manutenções no código do projeto devido ao forte acoplamento entre o *parser RDF* e o modelo de metadados.

4.4 Módulo de Busca

O módulo de busca (apresentado na forma de diagrama na figura 4.13) é um módulo do sistema MedISeek escrito na linguagem PHP. Pode ser acessado a partir da página do projeto, instalada provisoriamente no endereço <<http://www2.unoeste.br/~mediseek/>> (figura 4.14).

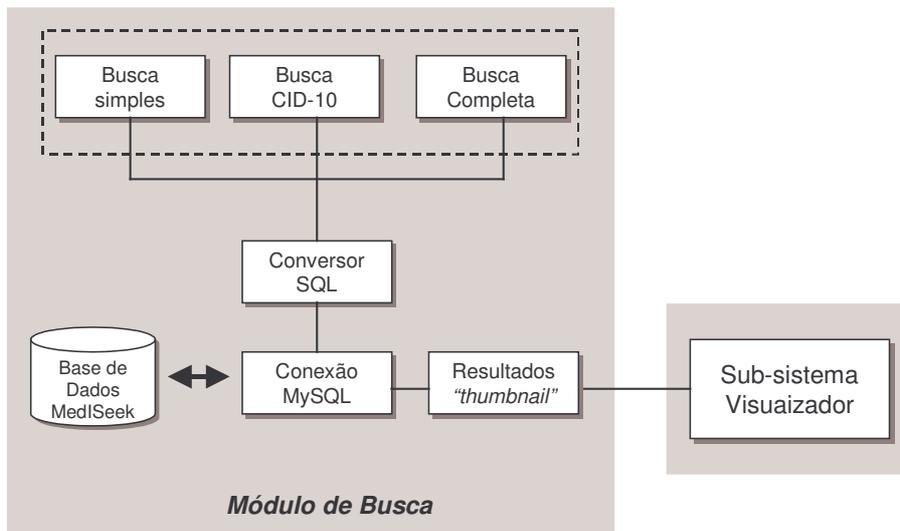


FIGURA 4.13 - Diagrama dos módulos do sub-sistema Módulo de Busca

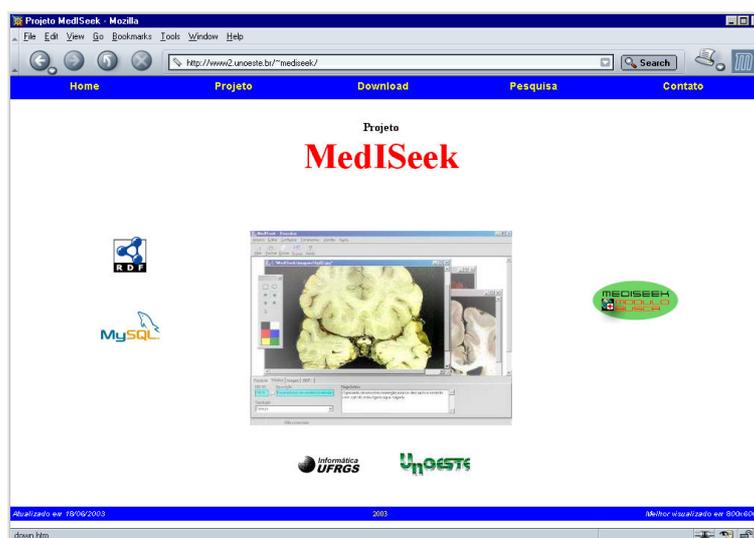


FIGURA 4.14 - Página Web do projeto MedISeek

O sub-sistema é composto por módulos de algoritmos de busca que faz a procura por imagens na base de dados MedISeek e retorna o nome das imagens encontradas. A busca pode ser realizada em três modalidades: simples, CID-10 e completa.

A busca simples utiliza os atributos parecer, história clínica, diagnóstico e marcações para realizar uma busca mais abrangente, porém somente com um único campo para digitar as palavras-chave. A busca completa envolve a consulta em vários atributos, recuperando assim dados mais precisos. A busca à classificação CID-10 pode ser executada por um módulo específico. A figura 4.15 apresenta as interfaces das três modalidades de busca.

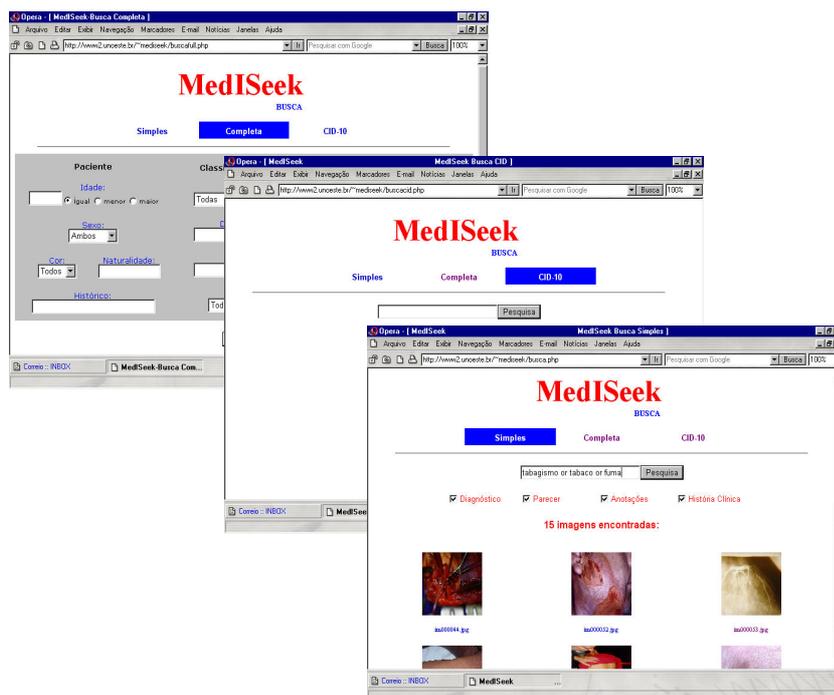


FIGURA 4.15 - Módulos de busca

Nos atributos de valores livres, são permitidos o uso dos operadores lógicos ‘e’ e ‘ou’ na formulação das questões. Por exemplo, é possível a pesquisa de casos clínicos de pacientes com antecedentes de alcoolismo e tabagismo, digitando “alcoolismo **OU** tabagismo” na área de texto correspondente ao campo histórico. Os operadores podem ser escritos em maiúsculo ou em minúsculo, inglês ou português.

A figura 4.16 apresenta o comando SQL gerado pelo módulo de busca simples na pesquisa por alcoolismo ou tabagismo.

```
SELECT distinct imagem.im_cod FROM imagem, marcas WHERE ( me_diag LIKE
"%alcoolismo%" OR me_diag LIKE "%tabagismo%" OR pa_histo LIKE "%alcoolismo%" OR
pa_histo LIKE "%tabagismo%" OR me_parecer LIKE "%alcoolismo%" OR me_parecer
LIKE "%tabagismo%" ) OR ( ( titulo LIKE "%alcoolismo%" or descricao LIKE
%alcoolismo%" OR titulo LIKE "%tabagismo%" or descricao LIKE "%tabagismo%" )
and imagem.im_cod=marcas.im_cod);
```

FIGURA 4.16 – Comando SQL gerado pelo módulo de busca simples

As imagens resultantes da busca são apresentadas na forma de *thumbnails* e possíveis de serem selecionadas. A ordem de apresentação é a ordem seqüencial de

inclusão do banco de dados. O sistema MedISeek não possui um módulo de classificação de resultados por precisão, embora teria grande importância sobretudo em pesquisas com grande quantidade de resultados. A seleção de um resultado envolve a execução do sub-sistema Visualizador que procede com a visualização detalhada da imagem.

4.5 Sub-Sistema Visualizador

O Visualizador MedISeek tal como o Módulo de Busca é baseado na geração de páginas HTML, por meio da interpretação de código escrito na linguagem PHP. Os sub-módulos do Visualizador MedISeek, podem ser visualizados na forma de diagrama na figura 4.17.

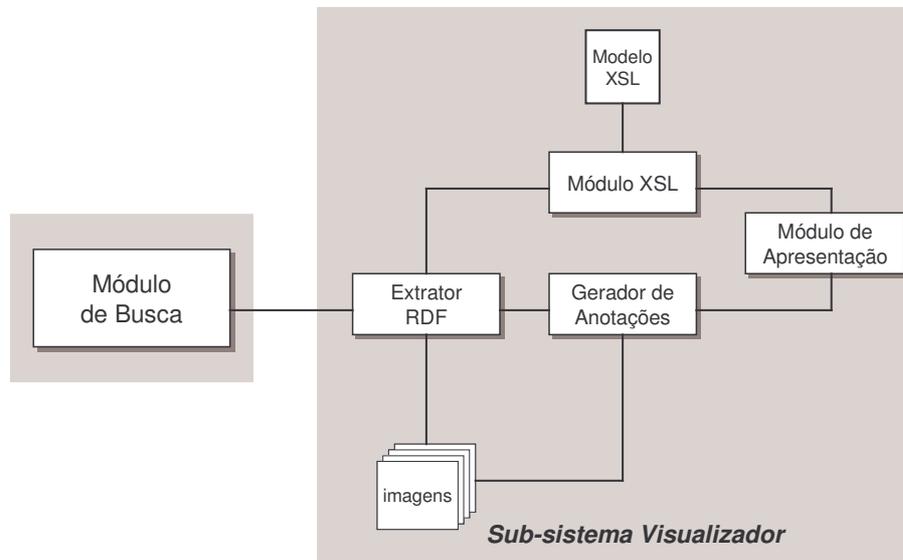


FIGURA 4.17 - Diagrama dos módulos do sub-sistema Visualizador.

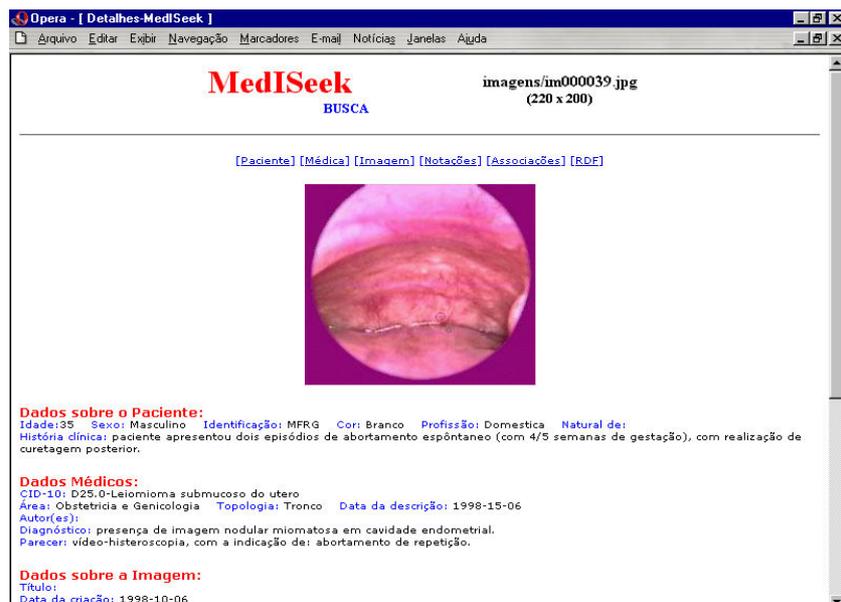


FIGURA 4.18 - Interface do sub-sistema Visualizador

O processo de visualização (figura 4.18) envolve a extração da descrição RDF da imagem selecionada, sua formatação e a apresentação dos dados formatados em conjunto com a imagem e suas anotações. As anotações são destacadas por figuras circulares numeradas que são fundidas na imagem no momento de sua apresentação. Note que as imagens originais são preservadas, os destaques têm efeitos meramente visual. A formatação dos dados em RDF é realizada por uma transformação XSL.

Um pequeno trecho do modelo XSL utilizado na formatação dos dados em RDF, pode ser visualizado na figura 4.19.

```
<?xml version="1.0"?>
<xsl:stylesheet xmlns:xsl="http://www.w3.org/1999/XSL/Transform"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
  xmlns:img="http://www2.unoeste.br/schema/mediseek#"
  xmlns:pac="http://www2.unoeste.br/schema/mediseek#"
  xmlns:med="http://www2.unoeste.br/schema/mediseek#"
  xmlns:associacao="http://www2.unoeste.br/schema/mediseek#"
  xmlns:autor="http://www2.unoeste.br/schema/mediseek#"
  version="1.0">
  <xsl:template match="/">
  <html>
    ...
    formatação padrão da página
    ...
  </html>
</xsl:template>
<xsl:template match="img:id">
</xsl:template>
<xsl:template match="img:tipo_mime">
  <p><font face="Verdana" color="#FF0000"><strong>Dados sobre a imagem:</strong></font></p>
</xsl:template>
<xsl:template match="img:idioma">
</xsl:template>
<xsl:template match="img:tipo">
</xsl:template>
<xsl:template match="img:chksum">
</xsl:template>
<xsl:template match="img:titulo">
  <p><strong>Titulo: </strong>
  <font color="#0000FF"><em><small>
    <xsl:apply-templates/>
  </small></em></font></p>
</xsl:template>
<xsl:template match="img:data">
  <p><strong>Data: </strong>
  <font color="#0000FF"><em><small>
    <xsl:apply-templates/>
  </small></em></font></p>
</xsl:template>
<xsl:template match="img:origem">
  <p><strong>Origem: </strong>
  <font color="#0000FF"><em><small>
    <xsl:apply-templates/>
  </small></em></font></p>
</xsl:template>
```

FIGURA 4.19 - Trecho XSL para exibição do detalhamento de busca

A transformação XSL é possível na linguagem PHP pelo uso da biblioteca de funções denominada Sablotron, que através de funções de *parser* converte um arquivo XML em uma apresentação em HTML. Um trecho de programa (em PHP) que realiza essa operação pode ser visualizado na figura 4.20.

```

<?
// Xml and XSL files
$xml_file = "desc_img.xml";
$xsl_file = "trasnf.xsl";

// Allocate a new XSLT processor
$xh = xslt_create();
$fileBase = 'file://' . getcwd () . '/';
xslt_set_base ( $xh, $fileBase );

// Process the document
$result = xslt_process($xh, $xml_file, $xsl_file);
if (!$result) {
    // Something croaked. Show the error
    echo 'XSLT processing error: ' .xslt_error($xh) ;
}
else {
    // Output the resulting HTML
    echo $result;
}

// Destroy the XSLT processor
xslt_free($xh);

?>

```

FIGURA 4.20 - Funções da biblioteca Sablotron para transformação XSL

4.5.1 XSL para apresentação dos dados

A linguagem XSL (Extensible Stylesheet language) fornece recursos para a apresentação de documentos XML. A XSLT (Extensible Stylesheet Language Transformations) permite transformar documentos XML em outros documentos com formato, conteúdo ou estruturas diferentes. As instruções XSLT, contidas ou vinculadas a um documento XML, descrevem as mudanças que se deseja realizar, a fim de que um documento XML seja transformado em outro, geralmente em HTML, de acordo com a necessidade do usuário.

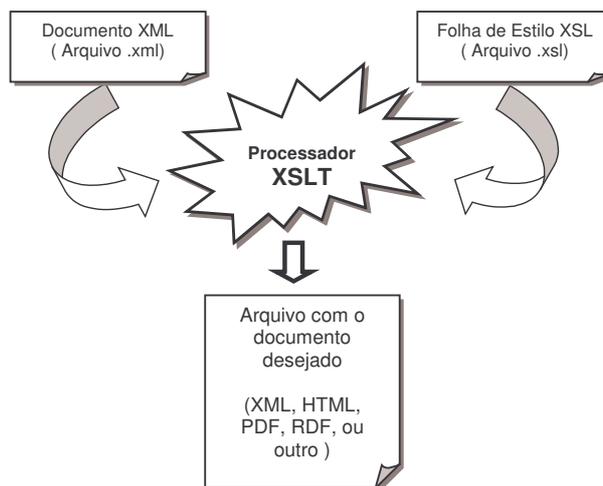


FIGURA 4.21 - Processamento de um documento XML através da XSLT

A transformação tem seu processo ilustrado na figura 4.21. O arquivo XML de entrada tem uma referência para o arquivo XSLT que define o tipo de transformação a ser realizada. Ao ser submetido ao processador XSLT, normalmente contido no navegador Web, o arquivo de saída é obtido no formato conveniente, que pode ser o HTML ou outros formatos, por exemplo: outro arquivo XML, PDF (Portable Document Format), SVG (Scalable Vector Graphics), VRML (Virtual Reality Modeling

Language) ou código em Java [TID2001]. O XSLT é uma recomendação oficial do W3C.

No sub-sistema Visualizador, o processador XSLT é representado por funções da extensão da linguagem PHP (Sablotron) como podem ser visualizadas na figura 4.20. A função `xslt_process()` faz referência ao documento XML (com as declarações em RDF) e ao documento XSL, e tem como saída um código em HTML.

4.6 Recursos de Software Utilizados

Os softwares utilizados no desenvolvimento do protótipo do sistema MedISeek são apresentados na tabela 4.4.

TABELA 4.4 - Softwares utilizados no projeto MedISeek

Software	Propósito	Endereço Web
AB MySQL Database Server 3.23	Gerenciador de banco de dados relacional. Utilizado para gerenciar as tabelas	http://www.mysql.com
Apache HTTP Server 2.0.40	Servidor Web. Utilizado para atender requisições HTTP.	http://httpd.apache.org
Borland C++ Builder 5.0	Ambiente de desenvolvimento. Utilizado para a implementação do sub-sistema Descritor	www.borland.com
ERwin/ERX 3.0	Modelagem de base de dados. Utilizado para a modelagem das tabelas.	http://www.ca.com/
GNU Compiler Collection (Gcc) 3.2.2	Compilador na linguagem c. Implementação do sub-sistema Gerenciador.	www.gnu.org
Intel JPEG Library	Biblioteca para imagens padrão JPEG. Utilizado no sub-sistema Descritor para suporte e manipulação de imagens JPEG.	www.intel.com
Linux Red Hat 9.0	Sistema Operacional.	www.redhat.com
Microsoft Windows 98 / Me / NT4.0 / 2000 / XP	Sistema Operacional	http://www.microsoft.com/windows
Microsoft Internet Explorer 6.0	Navegador Web. Testes de interface dos módulos de busca e sub-sistema Visualizador	http://www.microsoft.com/ie
MySQL Control Center	Administração do servidor MySQL. Utilizado na criação e gerenciamento das tabelas.	http://www.mysql.com
MySQL C API		
Netscape 7.01	Navegador Web. Testes de interface do módulo de busca e do sub-sistema Visualizador	www.netscape.com
Opera 7.11	Navegador Web. Testes de interface do módulo de busca e do sub-sistema Visualizador	www.opera.com
PHP 4.2.2	Linguagem de programação interpretada. Implementação do módulo de busca e do sub-sistema Visualizador.	http://www.php.net

Software	Propósito	Endereço Web
PHPEd v 1.75	Editor PHP. Utilizado na implementação do módulo de busca e do sub-sistema Visualizador	http://www.soysal.com/PHPEd
Protégé 2000 v 1.7	Editor de ontologias. Criação do esquema RDFS.	http://protege.stanford.edu/
Rational Rose C++ Demo 4.0	Editor UML. Utilizado para gerenciamento do projeto	http://www.rational.com
Sablotron	Extensão do PHP para suporte a transformações XSL	http://www.gingerall.com/charlie/ga/xml/x_sabphp.xml
XMLSpy 5	Modelagem XML. Utilizado para a criação e testes no modelo XSL.	www.altova.com

4.7 Testes e Resultados

Para a realização dos primeiros testes, foram inseridas 50 imagens de casos clínicos verdadeiros no sistema MedISeek. As imagens foram coletadas de páginas confiáveis na Web e a maioria delas da área de dermatologia.

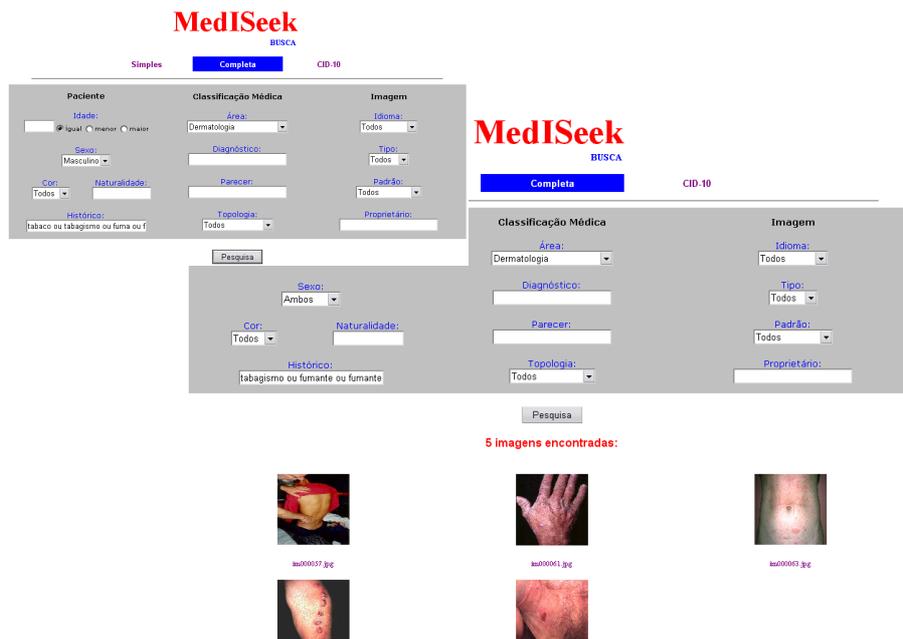


FIGURA 4.22 - Pesquisa por imagens no módulo de busca MedISeek

A figura 4.22 representa um exemplo de pesquisa de imagens da área de dermatologia em pacientes do sexo masculino e com antecedentes de tabagismo. Das cinco imagens recuperadas, somente uma não teve exatidão, pois se tratava da imagem do caso clínico de um paciente não fumante. O sub-sistema gerou a seguinte consulta em SQL:

```
SELECT im_cod FROM imagem WHERE pa_sexo = "Masculino" AND
(pa_histo LIKE "%tabaco%" OR pa_histo LIKE "%tabagismo%" OR
pa_histo LIKE "%fuma%" OR pa_histo LIKE "%fumante%" ) AND
me_area = "Dermatologia".
```



FIGURA 4.23 - Busca por imagens médicas em mecanismos de busca da Web

Posteriormente, a mesma consulta foi realizada em sistemas de buscas tradicionais da Web (figura 4.23): Altavista, Google e Alltheweb. Nestes sistemas, foi utilizada a expressão: “‘clinical case’ and dermatology and man and (smoke or tobacco or smoker)” no idioma inglês, pois a mesma expressão no idioma português não retornou nenhum resultado.

A tabela 4.5 apresenta os resultados e demonstra a precisão superior do sistema MedISseek para a recuperação de imagens médicas em relação aos mecanismos de busca.

TABELA 4.5 - Resultados das buscas em sistemas Web

Sistema	Resultados	Resultados no contexto	Resultados precisos	Precisão (%)
MedISseek	5	5	4	80%
Altavista	24	2	1	4,1%
Google	64	1	1	1,5%
Alltheweb	34	0	0	0%

Outros testes foram realizados comparando o sistema MedISseek com outros sistemas de busca por imagens na Web específicos na área médica.

A universidade John Hopkins, em Baltimore, Estados Unidos, mantém um sistema de busca em um banco de dados de imagens médicas denominado “Dermatlas.org”, disponível em <http://dermatlas.med.jhmi.edu/derm>. Atualmente, o sistema contém 4610 imagens médicas na área de dermatologia.

O Mediscan, módulo de busca do site ‘The Mediweb’ mantido pela empresa Medical-On-Line Ltd e localizado em <http://www.mediscan.co.uk/cfm/>, é um site com fins comerciais mas possibilita a busca gratuita por imagens. É informado que seu acervo conta com mais de 1 milhão de imagens de várias especialidades, mas ao pesquisar sobre imagens da área de dermatologia, foram recuperados somente 501 resultados.

Um teste de performance entre os sistemas MedISseek, Dermatlas e Mediscan foi executado e comparado. A busca foi por imagens da especialidade de dermatologia em pacientes do sexo masculino portadores de HIV. Os resultados são apresentados na tabela 4.6.

TABELA 4.6 - Resultado das buscas em sistemas específicos Web

Sistema	Resultados	Resultados não repetidos	Resultados Precisos	Precisão (%)
MedISeek	14	13	11	79%
DermAtlas	32	13	7	22%
Mediscan	3	1	1	33%

Diversas imagens recuperadas pelo sistema DermAtlas reportavam a um mesmo caso clínico e este sistema não pode diferenciar algumas palavras-chave, por exemplo HIV e HIVES, ou man e woman.

Apenas três resultados foram recuperados no sistema Mediscan sendo que todos reportaram ao mesmo caso. Neste sistema foi utilizada a string de busca: DERMATOLOGY AND (AIDS OR HIV) AND (MAN OR MALE). Aparentemente seu acervo possui mais imagens para esta busca (analisando os resultados da busca por imagens de casos de AIDS, nota-se que várias imagens são da área de dermatologia e retratam pessoas do sexo masculino), mas o sistema não foi capaz resolver eficientemente a string de busca, possivelmente pela falha na alimentação dos dados quando da inclusão da imagem no acervo.

Apenas três imagens foram descartadas por serem consideradas como irrelevantes dentre o conjunto de imagens recuperadas pelo sistema MedISeek: uma imagem duplicada (mesmo caso clínico), um paciente com HIV negativo e o caso clínico de uma criança filha de pais com HIV positivo.

Note que os resultados não são tendenciosos, pois as imagens que alimentam o banco de dados MedISeek foram extraídas de vários *sites* da Web. Outro aspecto deve ser considerado na avaliação dos testes: não está sendo avaliada a quantidade recuperada, mas sim a precisão dos recursos recuperados.

4.8 Considerações Finais

O fato dos metadados estarem embutidos nos próprios recursos e esses recursos estarem expostos em um local na Web pode estimular o desenvolvimento de outros sistemas de busca. Sistemas estes que devem apenas reconhecer o modelo de metadados MedISeek e fazer uso da flexibilidade da arquitetura RDF.

Um dos maiores problemas em coleções de recursos é a alimentação do acervo. A arquitetura na forma distribuída incentiva a alimentação colaborativa e diminui o alto custo da descrição manual.

O uso de um *parser* para a conversão do RDF em linhas de banco de dados relacional, pode gerar problemas com versões estendidas do modelo MedISeek. Faz necessária a implementação de processos genéricos, como o proposto por Zanete [ZAN2001] para a conversão do RDF em registros de banco de dados relacional.

A precisão da recuperação dos recursos no sistema MedISeek depende principalmente da exatidão na descrição das imagens, sobretudo nos atributos de texto livre. A adoção de um dicionário eletrônico de sinônimos e termos médicos para auxiliar na descrição dos atributos de texto livre deve resolver em grande parte este problema.

Os testes mostram que a classificação dessas imagens vem proporcionar a recuperação com mais precisão e pretende motivar profissionais da área médica a distribuir seus recursos visuais de forma colaborativa.

5 Conclusões

Este trabalho propõe um modelo de metadados para compartilhar imagens médicas na Web e apresenta um protótipo baseado neste modelo para a recuperação e visualização das imagens. A recuperação e visualização de imagens médicas baseada em uma descrição gerada simultaneamente através do modelo de metadados que inclua o CID-10, é fundamental não apenas pela precisão pelo código internacional da doença e distribuição da investigação clínica.

A motivação principal do modelo de metadados e do sistema MedISeek foi desenvolver uma solução que permita o acesso à casos documentados de imagens médicas, ora confinadas nas mais diversas instituições e nos mais diversos meios. A idéia de usar arquitetura de metadados RDF para a formatação dos dados e a de inserir esses dados nos próprios cabeçalhos das imagens permite que os recursos gerados possam ser utilizados e intercambiados com outros sistemas. A independência existente entre o modelo de metadados e o padrão da imagem torna facilmente possível a extensão para outros padrões. Atualmente, o protótipo MedISeek suporta apenas imagens no padrão JPEG. O padrão DICOM [DIC2003] atualmente não é suportado, mas é possível a compatibilização entre o modelo MedISeek e o modelo DICOM através da correlação entre seus metadados.

O DICOM formato padrão para imagens médicas, possui um modelo de metadados com informações textuais sobre a imagem, o paciente e o serviço onde a imagem foi adquirida, como o nome do paciente, o número do registro médico, o tamanho da imagem e demais informações demográficas. Embora de grande importância para o arquivamento e pesquisa de imagens em instituições médicas, o modelo de dados utilizado no padrão DICOM é específico demais a respeito do paciente e do serviço, mas não tem conteúdo semântico suficiente para a indexação e pesquisa em contextos de imagens médicas genéricos, como a Web. O seu modelo de dados é focado na documentação de dados do paciente, no serviço, no suporte a áreas de interesse (ROIs) e na transmissão e armazenamento da imagem. O modelo MedISeek, ao contrário do DICOM é destinado a contextos onde o conteúdo semântico deve ser mais abrangente, genérico a respeito da patologia e aberto, focando no diagnóstico e na descrição da patologia e sua aparência, mas ocultando dados que revelem a identidade do paciente.

Comparado aos métodos convencionais de busca na Web, como Google e Altavista, a ontologia proposta se mostra superior na indexação e busca por imagens médicas.

É pretendido em um futuro próximo, testar o sistema MedISeek em uma rede de hospitais universitários vinculados às universidades federais, habilitando uma nova ferramenta para o ensino à distância e para o compartilhamento de informações médicas. Neste contexto, o sistema MedISeek é um importante recurso para a rápida distribuição do conhecimento e da informação na área médica.

5.1 Trabalhos Futuros

Como alternativas para trabalhos futuros no modelo de metadados estão:

- Estender o modelo proposto para suportar outros recursos, como vídeo, sons e textos;
- Implementar elementos descritores que suportem a anotação colaborativa;
- Extensão a outros sistemas de classificação, por exemplo, o SNOMED (Systematized Nomenclature for Pathology) [SNO2003], o UMLS (Unified Medical Language System) Metathesaurus [UML2003] e o MeSH (Medical Subject Headings) [MES2002].
- Projeto de versões estendidas para suporte a especialidades médicas específicas;

Outros trabalhos podem ser realizados como forma de dar continuidade ao protótipo do sistema MediSeek:

- A entrada de dados com suporte de um Thesaurus de termos técnicos da área de medicina extraídos por exemplo de sistemas de classificação como o CID, MeSH, SNOMED e UMLS.
- Implementar um módulo de busca no próprio sub-sistema Descritor como meio de oferecer a pesquisa alternativa sem a necessidade de um navegador.
- Implementar funcionalidades no Descritor MediSeek quanto ao tratamento das imagens, por exemplo: *zoom*, recortes, controle de contraste e iluminação e outras ferramentas para melhorar o aspecto e a visualização das imagens.
- Estabelecer políticas de incentivo à colaboração no compartilhamento de imagens e estudos acerca da bioética que garantam a proteção das imagens e da autoria;
- Implementar um sistema de classificação dos resultados de busca. Segundo Nielsen [NIE2000], os sistemas de busca também devem reconhecer explicitamente a qualidade além da relevância quando priorizam as ocorrências de busca;
- Módulo de refinamento de busca para os resultados recuperados.
- Uso de um processo genérico de conversão RDF em banco de dados relacional para a persistência das informações.

As indicações de trabalhos futuros aqui relatadas não têm a pretensão de esgotar todas as possibilidades, esta lista de atividades com certeza pode ser estendida. À medida que o tempo passa e novas tecnologias surgem, necessidades se criam e assim novas características e recursos podem ser implementados, visando sempre contribuir para a evolução do projeto MediSeek, do modelo de metadados e dos módulos do sistema.

Anexo 1 Exemplos de descrições em RDF no modelo MedISeek

Caso Clínico 1 (dermatologia):

Mulher de 72 anos que apresenta uma lesão entre os dedos da mão direita.



Descrição em RDF:

```
<?xml version='1.0' encoding='ISO-8859-1'?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#"
xmlns:img="http://www2.unoeste.br/~mediseek/schema/mediseek#">
<rdf:Description rdf:about="candidal.jpg">
  <img:id>MDS</img:id>
  <img:tipo_mime>img/jpeg</img:tipo_mime>
  <img:titulo>Candida</img:titulo>
  <img:tipo>Foto</img:tipo>
  <img:origem>http://www.saudetotal.com/microbiologia/casomic6.htm</img:origem>
  <img:chksum>0</img:chksum>
  <img:proprietario> Hospital Eduardo de Menezes. Rede FHEMIG</img:proprietario>
  <RDF:Bag about="img:Associacao">
    <RDF:li>
      <associacao:tipo>Integrante de</associacao:tipo>
      <associacao:recurso>http://www.saudetotal.com/
        microbiologia/casomic6.htm</associacao:recurso>
    </RDF:li>
    <RDF:li>
      <associacao:tipo>Relacionado a</associacao:tipo>
      <associacao:recurso>http://www.saudetotal.com/microbiologia/
        candida2.jpg</associacao:recurso>
    </RDF:li>
    <RDF:li>
```

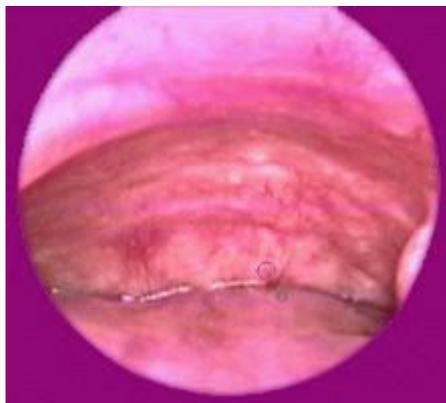
```

<associacao:tipo>Relacionado a</associacao:tipo>
<associacao:recurso>http://www.saudetotal.com/microbiologia/
    candida3.jpg</associacao:recurso>
</RDF:li>
</RDF:Bag>
<RDF:Bag about="img:marca">
<RDF:li>
  <marca:titulo> lesão intertriginosa e macerada
    entre o o 2o e 3o quirodáctilos.</marca:titulo>
  <marca:descr>Lesao</marca:descr>
  <marca:cx>232</marca:cx>
  <marca:cy>160</marca:cy>
</RDF:li>
</RDF:Bag>
<pac:idade>72</pac:idade>
<pac:sexo>Feminino</pac:sexo>
<pac:id>JM</pac:id>
<pac:histo>apresenta à 2 ANOS, UMA LESÃO INTERTRIGINOSA, MACERADA,
    DE COLORAÇÃO ESBRANQUIÇADA entre o 3o e 4o quirodáctilo
    da mão direita. </pac:histo>
<pac:cor>Branco</pac:cor>
<pac:profissao>do lar</pac:profissao>
<med:CID>L60.1</med:CID>
<med:CIDd>Onicolise</med:CIDd>
<med:idioma>pt</med:idioma>
<med:area>Dermatologia</med:area>
<med:topol>Membro superior</med:topol>
<med:diag>Apresenta quadro de onicólise e opacificação da
    parte distal do 1o , 2o e 3o quirodáctilos da mão direita e observa-se
    discreta paroníquia.</med:diag>
<RDF:Bag about="med:autor">
<RDF:li>
  <autor:tipo>pessoa</autor:tipo>
  <autor:nome>Dra. Ana Paula De Almeida Costa</autor:nome>
  <autor:email></autor:email>
</RDF:li>
</RDF:Bag>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>

```

Caso Clínico 2 (Obstetria e Ginecologia):

Doméstica de 35 anos com episódio de abortamento espontâneo

**Descrição em RDF:**

```

<?xml version='1.0' encoding='ISO-8859-1'?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#"
xmlns:img="http://www2.unoeste.br/~mediseek/schema/mediseek#">
<rdf:Description rdf:about="foto57.jpg">
  <img:id>MDS</img:id>
  <img:tipo_mime>img/jpeg</img:tipo_mime>
  <img:titulo></img:titulo>
  <img:data>1998-10-06</img:data>
  <img:tipo>Foto</img:tipo>
  <img:origem>http://www.cevesp.com.br/casos/</img:origem>
  <img:chksum>0</img:chksum>
  <img:proprietario>Centro de endoscopia-SP</img:proprietario>
  <RDF:Bag about="img:Associacao">
    <RDF:li>
      <associacao:tipo>Integrante de</associacao:tipo>
      <associacao:recurso>http://www.cevesp.com.br/casos/</associacao:recurso>
    </RDF:li>
    <RDF:li>
      <associacao:tipo>Relacionado a</associacao:tipo>
      <associacao:recurso>http://www.cevesp.com.br/
        casos/foto58.jpg</associacao:recurso>
    </RDF:li>
  </RDF:Bag>
  <RDF:Bag about="img:marca">
    <RDF:li>
      <marca:titulo> mioma submucoso em parede
        antero-lateral-esquerda.</marca:titulo>
      <marca:descr>Mioma</marca:descr>
    </RDF:li>
  </RDF:Bag>

```

```
<marca:cx>134</marca:cx>
<marca:cy>137</marca:cy>
</RDF:li>
</RDF:Bag>
<pac:idade>35</pac:idade>
<pac:sexo>Feminino</pac:sexo>
<pac:id>MFRG</pac:id>
<pac:histo>paciente apresentou dois episódios de abortamento
    espontâneo (com 4/5 semanas de gestação), com realização de
    curetagem posterior.</pac:histo>
<pac:cor>Branco</pac:cor>
<pac:profissao>Domestica</pac:profissao>
<med:CID>D25.0</med:CID>
<med:CIDd>Leiomioma submucoso do utero</med:CIDd>
<med:idioma>pt</med:idioma>
<med:area>Obstetricia e Ginecologia</med:area>
<med:topol>Tronco</med:topol>
<med:diag>presença de imagem nodular miomatosa
    em cavidade endometrial.</med:diag>
<med:parecer>vídeo-histeroscopia, com a indicação
    de: abortamento de repetição.</med:parecer>
<med:data>1998-15-06</med:data>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

Anexo 2 MedISeek RDF Schema

```

<?xml version='1.0' encoding='ISO-8859-1'?>
<!DOCTYPE rdf:RDF [
  <!ENTITY rdf 'http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#'>
  <!ENTITY mediseek 'http://www2.unoeste.br/~mediseek/schema/mediseek#'>
  <!ENTITY rdfs 'http://www.w3.org/TR/1999/PR-rdf-schema-19990303#'>
]>

<rdfs:Class rdf:ID="imagem"
  <rdfs:comment>Conjunto de características genéricas consideradas como
  informações técnicas da imagem digital
  </rdfs:comment>
</rdfs:Class>

<rdfs:Class rdf:ID="classificacao medica"
  <rdfs:comment>Descrição do conteúdo visual com vista a atributos da área médica.
  </rdfs:comment>
</rdfs:Class>

<rdfs:Class rdf:ID="paciente"
  rdfs:comment="Define atributos que representam a pessoa retratada"
</rdfs:Class>

<rdfs:Class rdf:ID="autor"
  rdfs:comment="Classe que representa o autor da descrição."
</rdfs:Class>

<rdfs:Class rdf:ID="pessoa"
  rdfs:comment="Especialização para pessoa física"
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="autor"/>
</rdfs:Class>

<rdfs:Class rdf:ID="instituicao"
  rdfs:comment="Especialização para instituições"
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="autor"/>
</rdfs:Class>

<rdfs:Class rdf:ID="marcacoes"
  <rdfs:comment>Representa componentes que podem ser destacados em regiões da
  imagem
  </rdfs:comment>
</rdfs:Class>

<rdfs:Class rdf:ID="medwords"
  rdfs:comment="Metadados específicos e não previstos no modelo MedISeek"
</rdfs:Class>

<rdf:Property rdf:ID="CID"
  rdfs:comment="Código CID-10"
  <rdfs:domain rdf:resource="#classificacao medica"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="CIDd"
  rdfs:comment="Descrição referente ao código CID-10"
  <rdfs:SubPropertyOf rdf:resource="http://purl.org/dc/elements/1.1/subject"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="classificacao medica"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="diag"
  rdfs:comment="Diagnóstico"
  <rdfs:domain rdf:resource="classificacao medica"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="area"
  rdfs:comment="Especialidade medica"
  <rdfs:domain rdf:resource="classificacao medica"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

```

```

<rdf:Property rdf:ID="idioma"
  rdfs:comment="Idioma utilizado na descrição dos atributos da imagem."
  <rdfs:SubPropertyOf rdf:resource="http://purl.org/dc/elements/1.1/language"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="classificacao medica"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="data"
  rdfs:comment="formato ISO8601 (aaaa-mm-dd) "
  <rdfs:domain rdf:resource="classificacao medica"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="imagem"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="topol"
  rdfs:comment="Parte do corpo humano representado pela imagem"
  <rdfs:domain rdf:resource="classificacao medica"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="parecer"
  <rdfs:comment>Informações complementares ao diagnóstico ou a atributos gerais da
  imagem, paciente ou classificação médica.
  </rdfs:comment>
  <rdfs:domain rdf:resource="classificacao medica"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="chk_sum"
  <rdfs:domain rdf:resource="imagem"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="origem"
  rdfs:comment="Local de origem da imagem digital."
  <rdfs:SubPropertyOf rdf:resource="http://purl.org/dc/elements/1.1/source"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="imagem"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="id"
  a:defaultValues="MDS"
  a:values="MDS"
  rdfs:comment="identificação do modelo MedISeek"
  <rdfs:domain rdf:resource="imagem"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="tipo"
  <rdfs:comment>Classificação da imagem original quanto sua fonte de
  criação.</rdfs:comment>
  <rdfs:domain rdf:resource="imagem"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="tipo_mime"
  rdfs:comment="Tipo MIME [IANA] que representa o formato do arquivo."
  <rdfs:SubPropertyOf rdf:resource="http://purl.org/dc/elements/1.1/format"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="imagem"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="titulo"
  rdfs:comment="Título da imagem"
  <rdfs:SubPropertyOf rdf:resource="http://purl.org/dc/elements/1.1/title"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="imagem"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="proprietario"
  <rdfs:comment>Nome ou identificação do proprietário (criador) da imagem digital
  </rdfs:comment>
  <rdfs:SubPropertyOf rdf:resource="http://purl.org/dc/elements/1.1/creator"/>
  <rdfs:domain rdf:resource="imagem"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

```

```

<rdf:Property rdf:ID="pID"
  rdfs:comment="Apelido que identifica um paciente"
  <rdfs:domain rdf:resource="paciente"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="cor"
  rdfs:comment="Cor de pele"
  <rdfs:domain rdf:resource="paciente"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="histo"
  rdfs:comment="História clínica do paciente."
  <rdfs:domain rdf:resource="paciente"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="idade"
  rdfs:comment="Idade do paciente em anos"
  <rdfs:domain rdf:resource="paciente"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="natural"
  rdfs:comment="Região de origem. Formato:País|Estado|Cidade"
  <rdfs:domain rdf:resource="paciente"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="profissao"
  rdfs:comment="Profissão ou ocupação principal"
  <rdfs:domain rdf:resource="paciente"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="sexo"
  rdfs:comment="Sexo do paciente."
  <rdfs:domain rdf:resource="paciente"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="cx"
  rdfs:label="cx">
  <rdfs:domain rdf:resource="marcacoes"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="cy"
  rdfs:label="cy">
  <rdfs:domain rdf:resource="marcacoes"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="descricao"
  rdfs:comment="Descrição da marcação"
  <rdfs:domain rdf:resource="marcacoes"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="dtitulo"
  rdfs:comment="Título da marcação"
  <rdfs:domain rdf:resource="marcacoes"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="e-mail"
  rdfs:comment="e-mail ou forma de contato com o autor da descrição"
  <rdfs:domain rdf:resource="autor"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="nome"
  rdfs:comment="Nome ou identificação do autor da descrição"
  <rdfs:domain rdf:resource="autor"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

```

```
<rdf:Property rdf:ID="termo"
  <rdfs:domain rdf:resource="medwords"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>

<rdf:Property rdf:ID="valor"
  <rdfs:domain rdf:resource="medwords"/>
  <rdfs:range rdf:resource="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#Literal"/>
</rdf:Property>
</rdf:RDF>
```

Referências

- [ABR2003] ABREU, M. P. **Um estudo classificatório das ferramentas tecnológicas envolvidas em um processo de gestão do conhecimento**. 2002. 228p. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- [ALM98] ALMEIDA, A.B. Usando o computador para processamento de imagens médicas. **Revista de Informática Médica**, Campinas, v.1 1, n. 6, 1998.
- [BAR99] BARRETO, C.M. **Modelo de metadados para descrição de documentos eletrônicos na Web**. 1999. 190p. Dissertação (Mestrado em Ciências em Sistemas e Computação) – Departamento de Engenharia de Sistemas, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro.
- [BIM 99] BIMBO, Alberto Del. **Visual information retrieval**. San Francisco: Morgan Kaufmann, 1999. 267 p.
- [BRI2000] BRICLEY, D.; GUHA, R.V. **Resource description framework (RDF) schema specification 1.0**. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/2000/CR-rdf-schema-20000327/>>. Acesso em: 12 abr. 2001.
- [MED2001] CANADÁ BUSINESS AND CONSUMER SITE. **Medical imaging technology**. 2001. Disponível em: <<http://strategis.ic.gc.ca/SSG/hm01489e.html>>. Acesso em: 30 out. 2003.
- [SNO2003] COLLEGE OF AMERICAN PATHOLOGISTS. **SNOMED international**. Disponível em: <<http://www.snomed.org/main.html>>. Acesso em: 28 out. 2003.
- [COM98] COMER, D. E. **Interligação em rede com TCP/IP**. Rio de Janeiro: Campus, 1988.
- [VRA2003] CORNELL UNIVERSITY. **Visual resources association**. Disponível em: <<http://www.vraweb.org/>>. Acesso em: 2 out. 2003.
- [CID93] DATASUS. **CID-10 classificação estatística internacional de doenças e problemas relacionados à saúde, décima revisão**. 1993. Disponível em: <<http://www.datasus.gov.br/cid10/cid10.htm>>. Acesso em: 15 de jul. 2003.
- [MPE2001a] DELITE. **MPEG-7 applications document v.10**. Disponível em: <<http://ipsi.fhg.de/delite/Projects/MPEG7/Documents/W3934.htm>>. Acesso em: 01 out. 2003.
- [MPE2001b] DELITE. **MPEG-7 objectives**. Disponível em: <<http://ipsi.fhg.de/delite/Projects/MPEG7/Objectives.html>>. Acesso em: 01 out. 2003.
- [MPE2001c] DELITE. **MPEG-7 overview of the MPEG-7 standard (version 5.01)**. Disponível em: <<http://ipsi.fhg.de/delite/Projects/MPEG7/Documents/w4031mpeg7overview.htm>>. Acesso em: 02 out. 2003.

- [DUB2003] DUBLIN CORE. **Dublin core metadata initiative**. Disponível em: <<http://dublincore.org>>. Acesso em: 07 jul. 2003.
- [EWA2001] EWALT, D. M. Medical image retrieval via web brings Amica. **Information Week**, Nov. 2001. Disponível em: <<http://www.informationweek.com/story/showArticle.jhtml?articleID=6507785>>. Acesso em: 15 out. 2003.
- [GAL2000] GALVÃO, P. B. A. Tecnologia e medicina: imagens médicas e a relação médico-paciente. **Revista Bioética**, Brasília, v. 8, n. 1, 2000.
- [GAR99] GARCIA, S. S. **Metadados para documentação e recuperação de imagens**. 1999. 152p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro.
- [GER2002] GERTZ, M.; SATLER K.; GORIN, F.; HOGART, M.; STONE, J. Annotating scientific images: a concept-based approach. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SCIENTIFIC AND STATICAL DATABASE MANAGEMENT, SSDBM, 2002, Edinburgh. **Proceedings...** Washington: IEEE Computer Society, 2002. p. 59-68.
- [GOM99] GOMES, G. R. R. **Um ambiente para integração de dados bibliográficos baseado em mediadores**. 1999. Dissertação de Mestrado em Informática (Mestrado em Ciência da Computação) - Departamento de Informática, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- [SAI2002] GOVERNMENT OF BRITISH COLUMBIA. **SAIF**. Disponível em: <<http://srmwww.gov.bc.ca/bmgs/fmebc/saifintro.htm>>. Acesso em: 02 set. 2003.
- [HAM92] HAMILTON, E. **JPEG file interchange format**. W3C Recommendation 1992. Disponível em: <<http://www.w3.org/Graphics/JPEG/jfif3.pdf>> Acesso em: 30 jul. 2003.
- [HOG98] HOGARTH, M.E.; SABBATINI, R.M.E. Informática médica e a medicina do século 21. **Revista Informática Médica**. Campinas, v. 1, n. 2, mar./abr. 1998. Disponível em: <<http://www.Epub.org.br/informaticamedica/n0102/hogarth.htm>>. Acesso em: 24 maio 2003.
- [IAN2002] IANA. **Internet assigned numbers authority: Mime media types**. Disponível em: <<http://www.iana.org/assignments/media-types/>>. Acesso em: 17 out. 2003.
- [QBI2003] IBM. **QBIC – IBM’s query by image content**. Disponível em: <<http://www.software.ibm.com/data/db2/extenders>>. Acesso em: 15 set. 2003.
- [HIS2003] IMAGINIS CORPORATION. **History of medical diagnosis and diagnostic imaging**. Disponível em: <<http://imaginis.com/faq/history.asp>>. Acesso em: 14 mar. 2003.
- [ISE2001] ISEKI, H. From the startpoint of neurosurgery. **Digital Color Imaging in Biomedicine**. Tokyo: ID Corporation, 2001. Disponível em: <<http://square.umin.ac.jp/bicolor/book200102/din01022814.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2003.

- [DIG2000] IWGTD. **Dig35 specification – metadata for digital images**. Disponível em: <www.bgbm.org/TDWG/acc/Documents/DIG35-v1.0-Sept00.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2003.
- [JIG2001] JIGSAW TEAM. **Jigsaw W3C's server**. Disponível em: <<http://www.w3.org/Jigsaw/Overview.html>>. Acesso em: 20 out. 2003.
- [KER97] KERHERVÉ, B. Models for metadata or metamodels for data? In: IEEE METADATA CONFERENCE, 1997, Silver Spring, Maryland. **Proceedings...** Disponível em: <<http://computer.org/conferen/proceed/meta97/papers/bkerherve/bkerherve.html>>. Acesso em: 15 set. 2003.
- [KOK2002] KOKKELINK, S.; SCHWANZL, R. **Expressing qualified Dublin Core in RDF/XML**. 2002. Disponível em: <<http://dublincore.org/documents/dcq-rdf-xml/>>. Acesso em: 15 set. 2003.
- [LAF2000] LAFON, Y.; BOS, B. **Describing and retrieving photos using RDF and HTTP**. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/photo-rdf/>>. Acesso em: 30 jul. 2003.
- [LAG96] LAGOZE, C. The Warwick framework: a container architecture for diverse sets of metadata. **D-Lib Magazine**, 1996. Disponível em: <<http://www.dlib.org/dlib/july96/lagoze/07lagoze.html>>. Acesso em: 15 set. 2003.
- [LAS99] LASSILA, O.; SWICK, R. **Resource description framework (RDF) model and syntax specification**. W3C (World-Wide Web Consortium) Recommendation 22 February 1999. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax>>. Acesso em: 12 set. 2003.
- [MAC2002] MACHADO, M. S. **Modelo de metadados para Armazenamento e recuperação de imagens estáticas no formato DICOM**. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- [MAL99] MALET, G.; MUNOZ, F.; APPELYARD, R.; HERSH, W. A model for enhancing internet medical document retrieval with "Medical Core Metadata". **Journal of the American Informatics Association**, [S.l.], v. 6, n. 2, Apr. 1999.
- [MAR2001] MARINO, M. T. **Integração de informações em ambientes científicos na Web: uma abordagem baseada na arquitetura RDF**. 2001. 122p. Dissertação (Mestrado em Informática) – Instituto de Matemática, Universidade federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- [MAT2001] MATSUI, K. Digital imaging in forensic medicine. **Digital Color Imaging in Biomedicine**. Tokyo: ID Corporation, 2001. Disponível em: <<http://square.umin.ac.jp/biocolour/book200102/din01022815.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2003.
- [MES2002] NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE. **Medical subject headings**. Disponível em: <<http://www.nlm.nih.gov/mesh/meshhome.html>>. Acesso em: 28 out. 2003.

- [UML2003] NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE. **Unified medical language system**. Disponível em: <<http://www.nlm.nih.gov/research/umls/umlsmain.html>>. Acesso em: 28 out. 2003.
- [DIC2003] NEMA. **DICOM - Digital imaging and communications in medicine part 1: introduction and overview**. Disponível em: <http://medical.nema.org/dicom/2003/03_01PU.PDF>. Acesso em: 15 set. 2003.
- [NER2000] NERBONNE, E. **RDFPIC**. Disponível em: <<http://jigsaw.w3.org/rdfpic/>>. Acesso em: 23 maio 2003.
- [NIE2000] NIELSEN, J. **Projetando Web sites**. Rio de Janeiro: Campus, 2000. 416p.
- [NUM2001] NUMAHARA, T. From the startpoint of dermatology. **Digital Color Imaging in Biomedicine**. Tokyo: ID Corporation, 2001. Disponível em: <<http://square.umin.ac.jp/biocolor/book200102/din01022812.pdf>>. Acesso em: 09 out. 2003.
- [ORA2000] ORACLE. **Oracle visual information retrieval user's guide and reference**. Disponível em: <<http://servo.oit.gatech.edu/docs/oracle/817/inter.817/a85335/toc.htm>>. Acesso em: 15 set. 2003.
- [ORA2001] ORAM, A. **Peer-to-peer: o poder transformador das redes ponto a ponto**. São Paulo: Berkeley, 2001. 447p.
- [PIS2003] PISA, I. T. **MIDster - uma arquitetura de compartilhamento de imagens médicas baseada em modelos peer-to-peer (P2P) e serviços web**. 2003. 98p. Tese (Doutorado em Física aplicada à Medicina e Biologia) – Departamento de Física e Matemática, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto.
- [SAN2002] SANTOS, D.S. **RDF na interoperabilidade entre domínios na Web**. 2002. 122p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Centro de Ciências e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.
- [SOA2001] SOARES, Wallace. **MySQL: conceitos e aplicações**. São Paulo: Érica, 2001. 294p.
- [TAG97] TAGARE, H. D.; JAFFE, C. C.; DUNCAN, J. Medical image databases: a content-based retrieval approach. **Journal of the American Medical Informatics Association**, [S.l.], v.4, n.3, p.178-183, 1997.
- [TEI2001] TEI CONSORTIUM. **Text encoding initiative**. Disponível em: <<http://www.tei-c.org/>>. Acesso em: 02 abr. 2003.
- [MAR2003] THE LIBRARY OF CONGRESS. **MARC standarts: library of congress network development and MARC standard office**. Disponível em: <<http://www.loc.gov/marc/>>. Acesso em: 02 abr. 2003.
- [TID2001] TIDWELL, D. **XSLT**. USA: O'Reilly & Associates, 2001. 460p.
- [MCF97] UKOLN. **Meta content framework (MCF)**. Disponível em: <<http://www.ukoln.ac.uk/metadata/resources/mcf/>>. Acesso em: 02 abr. 2003.

- [W3C2000] W3C. **Metadata activity statement**. Disponível em <www.w3.org/Metadata/Activity>. Acesso em: 15 ago. 2001.
- [RDF2003] W3C. **Resource description framework (RDF)**. Disponível em: <<http://www.w3.org/RDF/>>. Acesso em: 17 mar. 2003.
- [WAR97] WARNER, H.R.; SOENSON, D.K.; BOUHADDOU, O. **Knowledge engineering in health informatics**. New York, EUA:Springer-Verlag, 1997.
- [WES96] WESSEL, D.;SCHWARTZ, M.F.; HARDY, D.R. **Harvest user's manual**. Disponível em: <<http://harvest.sourceforge.net/harvest-1.4.pl2-docs/node151.html>>. Acesso em: 03 jul. 2003.
- [ZAN2001] ZANETE, N. H. **Uma avaliação de abordagens alternativas para armazenar RDF em banco de dados relacional**. 2001. 91p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre.