

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA E DE COMPUTAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

INTERFACE DICOM PARA CAPTURA E TRANSMISSÃO DE IMAGENS
MÉDICAS

Autor : Diego Ferreira dos Santos
Orientador : Eduardo Tavares Costa
Co-Orientador : Marco Antonio Gutierrez

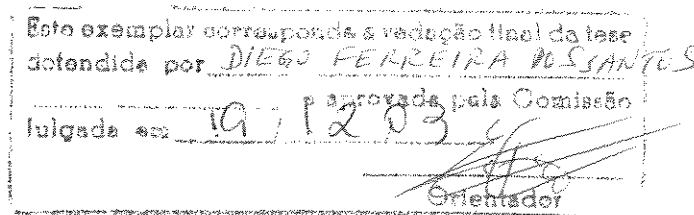
Membros da Banca Examinadora:

Prof. Dr. Eduardo Tavares Costa
DEB/FEEC/UNICAMP

Prof. Dr. Paulo Mazzoncini de Azevedo Marques
FMRP/USP

Prof. Dr. Antonio Augusto Fasolo Quevedo
DEB/FEEC/UNICAMP

Prof. Dr. Vera Lúcia da Silveira Nantes Button
DEB/FEEC/UNICAMP



Campinas - SP - Brasil
Dezembro de 2003

UNIDADE	52
Nº CHAMADA	II UNICAMP
	Sa59i
V	EX
TOMBO, BC/	61149
PROC.	16-114/04
C	☐
D	☒
PREÇO	12,00
DATA	19-11-04
1ª CPD	

Bitid 334856

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

Sa59i Santos, Diego Ferreira dos
Interface DICOM para captura e transmissão de
imagens médicas / Diego Ferreira dos Santos. --
Campinas, SP: [s.n.], 2003.

Orientadores: Eduardo Tavares Costa, Marco Antonio
Gutierrez.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de
Computação.

1. Ultra-som. 2. Processamento de imagens. 3.
Software livre. I. Costa, Eduardo Tavares. II. Gutierrez,
Marco Antonio. III. Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Engenharia Elétrica e de
Computação. IV. Título.

Resumo

A qualidade nos serviços de saúde aumentou significativamente com a evolução da tecnologia de computadores e redes. Através da integração de informações médicas é possível realizar diagnósticos com maior rapidez e eficácia. Um dos problemas que surgiram nas instituições médicas foi o de integração dos equipamentos antigos de diagnóstico médico por imagem aos sistemas de informação da instituição visto que as informações geradas por esses equipamentos ou não são armazenadas digitalmente ou são geradas e transmitidas em um formato proprietário. Para solucionar esse problema foi desenvolvido um *software* denominado IDicom que, operando em um computador com Sistema Operacional Livre (Linux Debian), atua como uma interface entre o equipamento de diagnóstico médico antigo e um servidor remoto de imagens. O IDicom realiza a aquisição, conversão das imagens para o formato DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*), visualização e transmissão de imagens médicas para um servidor remoto padrão DICOM de um PACS (*Picture Archiving and Communications System*).

200421346

Abstract

The quality of health services has increased significantly with the evolution of computers and networks. Through the integration of medical information it is possible to accomplish medical diagnostics in a faster way and greater effectiveness. One of the problems that appeared in the medical institutions was the integration of old medical imaging equipment to the information system of these institutions since the information generated by those equipment is not stored digitally or is generated and transmitted in a proprietary format. To solve this problem, we have developed a Software called IDicom that, running on a microcomputer with Linux Operating System (freeware), acts as an interface between the old medical imaging equipment and a remote imaging DICOM server. IDicom was designed to acquire, convert images to DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) format, visualize and transmit medical images to a remote standard DICOM server in a PACS (Picture Archiving and Communications System).

Agradecimentos

Agradeço ao Prof. Dr. Eduardo Tavares Costa (mesmo sendo ele um palmeirense), pelo seu conhecimento, dedicação e paciência, MUITA paciência.

Agradeço ao Prof. Dr. Marco Antonio Gutierrez do Instituto do Coração de São Paulo pela sua co-orientação e pela oportunidade de desenvolver o trabalho em conjunto com o InCor-SP.

Aos demais docentes do DEB: Vera, Bassani, Sérgio, Calil, Quevedo e Rosana por seus apoios constantes.

A Gleicon Morais pela sua ajuda com v4l.

A Joerg Riesmeier pela sua ajuda com a biblioteca DCMTK.

Aos amigos do DEB e do CEB *Hayram, Valéria, Maurício, Fortal, Ricardo, Alex, Eiti, Vivian, Tadeu, Gerson, Leandro, Janaína, Carmem, Daniela, Aldo, Nivaldo* por me aturarem todo esse tempo.

Não poderia deixar de mencionar os amigos que fiz em campinas: *Abinoam, Álvaro, Felipe, Cléo*.

Também não poderia deixar de agradecer meu orientador na graduação: o Prof. Dr. Márcio Costa pelos seus conhecimentos e pela sua ajuda, o que fez com que eu seguisse na área de Engenharia Biomédica.

A minha família: meus pais (Delcio e Zeni), minhas irmãs (Juliana e Roberta) e minha avó (Beatriz).

A todos os amigos do CEB pela presença amiga e ajuda nos momentos de precisão.

Agradeço à CAPES e à FINEP pelo apoio financeiro.

Sumário

Resumo	p. i
Abstract	p. iii
Agradecimentos	p. v
Lista de Figuras	p. xi
1 Introdução	p. 1
1.0.1 Objetivo	p. 2
2 Revisão Bibliográfica	p. 3
2.1 Introdução	p. 3
2.2 Armazenamento de Imagens	p. 5
2.2.1 Estações para Visualização de Imagens	p. 6
2.3 Integração dos Sistemas de Informação	p. 7
3 Padrão DICOM	p. 9
3.1 Introdução ao Padrão	p. 9
3.2 Definições	p. 10
3.2.1 Definições dos Objetos de Informação - Classes de Serviço	p. 10
3.2.1.1 IOD Normalizado X IOD Composto	p. 11
3.3 Estrutura do Arquivo DICOM	p. 13

3.3.1	Conjunto de Dados	p. 14
3.3.1.1	Representação do Valor (VR)	p. 16
3.3.1.2	Multiplicidade do Valor (VM)	p. 17
3.3.2	Exemplo de um arquivo DICOM	p. 17
3.4	Imagens	p. 17
3.4.1	Modelo de Imagem (IOD composto)	p. 18
3.4.1.1	Paciente	p. 19
3.4.1.2	Estudo	p. 20
3.4.1.3	Série	p. 20
3.4.1.4	Imagem	p. 20
3.4.2	Construção da Imagem	p. 21
3.4.2.1	Exemplo	p. 22
3.4.3	Classes de Serviço	p. 23
3.5	DICOM para Redes	p. 23
3.5.1	Associação	p. 24
3.5.2	Entidade da Aplicação	p. 25
3.5.3	Endereço de Apresentação	p. 25
3.5.4	Contexto de Apresentação	p. 25
4	Material e Métodos	p. 27
4.1	Hardware	p. 27
4.2	Software	p. 28
4.2.1	Sistema Operacional Utilizado	p. 28
4.2.2	Bibliotecas de Desenvolvimento Utilizadas	p. 29
4.2.2.1	DCMTK	p. 29

4.2.2.2	QT	p. 29
4.2.2.3	V4L	p. 30
4.3	Metodologia	p. 31
4.3.1	Funções do IDicom	p. 32
4.4	Requisitos Funcionais	p. 33
4.4.1	Implementação	p. 34
4.4.1.1	Visualização	p. 35
4.4.1.2	Captura	p. 41
4.4.1.3	Transmissão	p. 44
4.4.2	Testes	p. 45
4.4.2.1	Ambiente de Teste	p. 47
4.4.2.2	Testes no sistema de Visualização	p. 47
4.4.2.3	Testes do Sistema de Captura	p. 50
4.4.2.4	Testes do Sistema de Transmissão	p. 50
5	Resultados	p. 55
5.1	Descrição do Sistema IDicom	p. 55
5.2	Resultados dos Testes de <i>Software</i>	p. 65
6	Discussão	p. 69
7	Conclusões e Possibilidades Futuras	p. 73
7.1	Considerações Finais	p. 73
7.2	Possibilidades Futuras	p. 73
	Referências	p. 75

Anexo A - Presentation Contexts

p. 79

Anexo B - Arquivos Utilizados nos Testes do Software

p. 87

Lista de Figuras

1	Estrutura de um PACS	p. 4
2	IODs (Definição dos Objetos de Informação)	p. 12
3	IOD Composto (modificado de Philips (1997))	p. 13
4	Estrutura do arquivo DICOM (LEADTOOLS, 2001)	p. 15
5	Conjunto de Dados e Elementos de Dados DICOM (modificado de NEMA (2003b))	p. 16
6	Exemplo de um arquivo DICOM	p. 17
7	Modelo de relacionamento dos diferentes níveis de informação (modificado de Gorissen (1997))	p. 19
8	Exemplo de uma célula de pixel (modificado de NEMA (2003b))	p. 21
9	Modelo de Comunicação para Redes do Protocolo DICOM (NEMA, 2003e)	p. 24
10	Modelo de Funcionamento: o exame clínico é gerado no equipamento de ultra-som e armazenado (ou não) em video-cassete. A imagem é então capturada pelo microcomputador através da placa de captura de vídeo, convertida para o padrão DICOM (Interface Dicom) e enviada para o Servidor Remoto (Servidor Dicom).	p. 32
11	Funções do Sistema IDicom	p. 33
12	Fluxograma do Estado Inicial do Sistema	p. 35
13	Fluxograma de Visualização de Imagens	p. 36
14	Fluxograma da Função de Abrir Arquivo DICOM sem Imagens	p. 37
15	Fluxograma para Visualização das Imagens em Filme	p. 38
16	Fluxograma para Visualização do Conjunto de Dados	p. 39

17	Fluxograma para Captura das Imagens	p. 42
18	Modelo de Captura e Conversão dos Dados	p. 43
19	Fluxograma do Módulo de Transmissão de Imagens	p. 44
20	Relacionamento das Classes do IDicom	p. 46
21	Tela Principal do Sistema	p. 56
22	Menus do IDicom	p. 56
23	Janela de Captura	p. 57
24	Visualização e Edição dos elementos DICOM	p. 58
25	IDicom com apenas uma imagem	p. 59
26	IDicom com várias imagens	p. 59
27	Visualização das imagens e do filme	p. 61
28	Visualização do filme em tamanho original	p. 62
29	Janela de Visualização de Imagem	p. 63
30	Visualização de quatro imagens	p. 64
31	Janela de transmissão de imagem para um servidor DICOM	p. 64

1 *Introdução*

As instituições médicas estão cada vez mais reféns da tecnologia. Quando o físico alemão Wilhelm Conrad Röntgen descobriu, em 8 de novembro de 1895, os Raios X, o diagnóstico médico por imagem sofreu um grande avanço, ocorrendo uma grande revolução no meio médico no começo do século XX. A partir daí novos trabalhos foram surgindo e novos meios de diagnóstico médico por imagem criados fazendo com que a simbiose da tecnologia com a medicina se aflorasse cada vez mais (FARIA, 2003).

No Brasil, Manuel de Abreu desenvolveu a Abreugrafia, que revolucionou o diagnóstico e o tratamento da tuberculose. A partir da década de 40 começaram a surgir vários equipamentos de diagnóstico médico por imagem que mudaram completamente a medicina, como por exemplo o equipamento de Ultra-Som e a Tomografia Computadorizada que foi desenvolvida em 1972 por Godfrey Hounsfield e Allan Cormack. Por esse trabalho eles receberam o prêmio Nobel de Medicina em 1979. Mais tarde foi desenvolvido e colocado em aplicação clínica o equipamento para diagnóstico por imagem por Ressonância Magnética Nuclear (por volta de 1980) (WEBB, 1988; FARIA, 2003; FÍSICA, 2003).

Com todos esses equipamentos, o profissional da saúde tem à sua disposição dispositivos que permitem que faça diagnósticos cada vez mais rapidamente, com segurança e eficácia. É impossível, hoje em dia, pensar em uma instituição médica de grande porte que não possua pelo menos alguns desses equipamentos. Com a evolução da tecnologia dos computadores e de redes de comunicação de dados foram introduzidos sistemas PACS (*Picture Archiving and Communication Systems*) que abriram a possibilidade de armazenamento e transmissão de imagens geradas por esses equipamentos permitindo, dessa forma, um acesso rápido e eficaz a essas informações (BERTOZZO; FURUIE, 2003).

Como, atualmente, os sistemas PACS são compostos de equipamentos de diferentes fabricantes, era necessário criar um padrão para transferência dessas informações. O padrão adotado mundialmente é conhecido como *Digital Imaging and Communications in Medi-*

cine (DICOM). O DICOM procura suprir as necessidades de integração dos equipamentos médicos, permitindo:

- Ao clínico a visualização de imagens em qualquer ponto da instituição que faça parte do PACS
- Possibilidade de diagnóstico à distância
- Processamento digital das imagens
- Rápido acesso à informação armazenada

Os equipamentos modernos de diagnóstico médico por imagem já possuem uma interface DICOM para a transferência das informações geradas por esses dispositivos, possibilitando o armazenamento digital das informações geradas por esses dispositivos no PACS da instituição. Para aquelas instituições que estão migrando estas informações geradas nos exames para o armazenamento digital, surge um grande problema. Existem hoje nas instituições de saúde muitos equipamentos de diagnóstico médico por imagem antigos e ainda funcionais que não geram informação digitalmente ou geram a informação de forma proprietária, o que impossibilita a troca das informações geradas com outros componentes do sistema PACS da instituição. Uma solução encontrada para este problema é utilizar um equipamento intermediário que atua como uma interface entre o equipamento de diagnóstico médico por imagem antigo e um servidor de armazenamento de imagens no PACS da instituição. O Equipamento deve ser responsável pela captura das imagens, conversão dessas imagens para o padrão DICOM e transmissão das imagens através da rede, permitindo seu armazenamento no formato digital (KOBAYASHI et al., 2002; MADACHY et al., 1988).

1.0.1 Objetivo

O objetivo desse trabalho foi o de implementar um *software* em ambiente Linux (utilizando *software* livre) capaz de realizar a aquisição, visualização e transmissão de imagens médicas no padrão DICOM, em conjunto com o *hardware*, atuando como uma interface entre o equipamento antigo de diagnóstico médico por imagem e um servidor remoto padrão DICOM, fazendo com que esse equipamento consiga se integrar ao PACS da instituição de saúde.

2 *Revisão Bibliográfica*

2.1 Introdução

Com o aumento de modalidades de equipamentos para diagnóstico médico que geram imagens digitalmente e o desenvolvimento de novas técnicas de obtenção de imagens digitais, viu-se a necessidade da criação de sistemas de gerenciamento para essas imagens. Com o surgimento e a evolução da tecnologia de redes de computadores surgiu também a possibilidade da transferência de imagens. Os PACS foram desenvolvidos justamente para suprir essas necessidades, através da captura, armazenamento, recuperação, transmissão e visualização de imagens médicas em diferentes pontos da instituição de saúde.(KIM; HORII, 2000; RATIB, 1997).

Os primeiros PACS foram projetados como sistemas centralizados onde as imagens e os dados eram armazenados em uma base de dados centralizada para mais tarde serem distribuídas quando requisitadas por estações cliente. Com o desenvolvimento de tecnologias de redes e aumento na eficiência de transmissão das informações, começou-se a projetar bancos de dados distribuídos, onde as imagens e os dados são armazenados em diferentes pontos da rede e qualquer estação cliente que faz parte da rede pode acessar essas informações (RATIB, 1997).

A Figura 1 ilustra a estrutura de um PACS. Nesta estrutura, os equipamentos de diagnóstico médico estão conectados à dispositivos computacionais através de um barramento Ethernet, sendo o Servidor de Imagens uma das peças principais do PACS.

Os PACS atuais são formados por equipamentos de diferentes fabricantes (denominados PACS de componentes ou Lego PACS), visto que em um ambiente clínico, raramente são adquiridos equipamentos de uma única marca. Para que esses dispositivos conseguissem se comunicar foi necessário adotar um padrão para a troca de informações. O padrão utilizado atualmente é o DICOM (discutido no próximo capítulo). A maioria dos equipamentos de

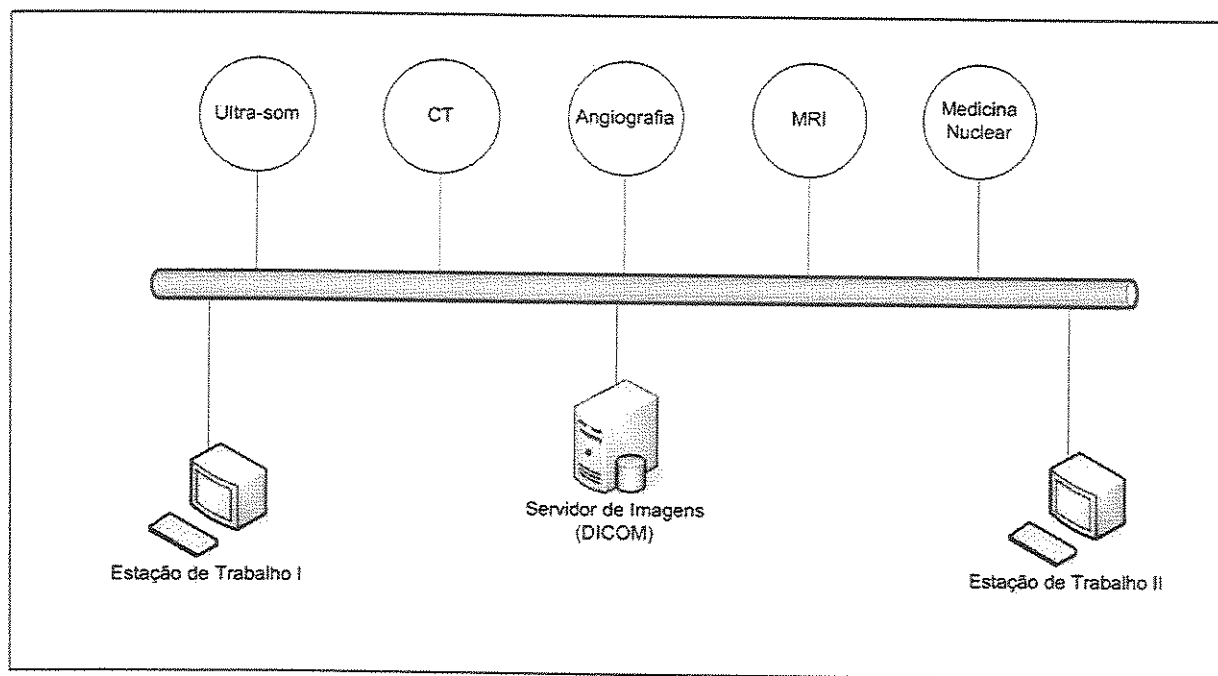


Figura 1: Estrutura de um PACS

geração de imagem atuais possuem DICOM como padrão para transferência de dados e imagens médicas (RATIB, 1997; CENARIO, 2002).

Muitos equipamentos antigos, ainda funcionais, não conseguem se integrar ao PACS, visto que ou não geram informação digitalmente ou a geram de uma forma proprietária, o que impossibilita que esse dispositivo consiga fazer parte do PACS de uma instituição. Em 1988, Madachy et al. (1988) desenvolveram um sistema em um PC capaz de realizar a captura de imagens de ultra-som e transmissão dessas imagens para o PACS da seção de Pediatria do Departamento de Ciências Radiológicas da Universidade da Califórnia. O sistema foi desenvolvido em C, Assembler e Fortran e era capaz de realizar a aquisição de imagens através de uma placa de captura de vídeo, extração de dados demográficos do paciente através de algoritmos de reconhecimento de caracteres e transmissão dos dados através da rede, integrando dessa forma o equipamento de ultra-som ao PACS da instituição.

Kobayashi et al. (2002) propuseram uma solução semelhante para integração de modalidades ao PACS do Instituto do Coração de São Paulo (InCor). Foi desenvolvido um *software* no ambiente Windows utilizando Microsoft Visual C++ como ferramenta de programação e ainda as seguintes bibliotecas: MILLite (para aquisição de imagens), Matrox (biblioteca Matrox para manipulação de imagens) e ainda uma biblioteca para manipulação de objetos DICOM da Accusoft. O sistema atua como uma interface entre o equipamento de diagnóstico

médico por imagem e um servidor DICOM no PACS da instituição. As imagens capturadas dos dispositivos são convertidas para o formato DICOM e enviadas ao servidor DICOM fazendo, dessa forma, com que os equipamentos antigos de diagnóstico médico por imagem consigam se integrar ao PACS do InCor.

2.2 Armazenamento de Imagens

Um dos principais objetivos do PACS é fazer o arquivamento das informações de forma eficiente, reduzindo o número de estudos perdidos ou não disponíveis. Com o surgimento de modalidades de Tomografia Computadorizada (CT) mais rápidas, Ressonância Magnética (MRI) e Mamografia Digital, a quantidade de informações digitais em um departamento de radiologia cresce muito rápido. O projeto de uma solução para arquivamento dos dados deve levar em consideração vários fatores, tais como (KIM; HORII, 2000):

- Volume dos dados a serem armazenados
- Tempo que os dados ficarão disponíveis *online*
- Segurança de Dados
- Confiabilidade da Base de Dados
- Custo

O volume de dados que são armazenados na radiologia é muito grande. Um hospital cardiovascular de 500 leitos, por exemplo, cria mais de 3,5Tbytes por ano, necessitando portanto de um sistema robusto para armazenamento desses dados. (KIM; HORII, 2000; FURUIE et al., 2002).

Os dados da Tabela 1, tirados de Kim e Horii (2000), mostram que o tamanho médio das imagens de diferentes modalidade médicas está sempre acima de 2MB, podendo chegar até a 192MB, exigindo grande capacidade de armazenamento das mesmas.

As imagens armazenadas normalmente são comprimidas de forma que ocupem menos espaço físico nos sistemas de armazenamento. As técnicas de compressão utilizadas não podem ter nenhum tipo de perda de informação, pois qualquer perda pode ser prejudicial para se chegar a um diagnóstico preciso (NETO; ALCOCER, 1998).

Tabela 1: Tamanhos Típicos de Imagens/Estudos na Radiologia (KIM; HORII, 2000)

Fonte da Imagem	Tamanho da Matriz	Bytes / Pixel	MB / Média por Estudo
Filme Digitalizado	2048x2580	2	20MB
CT	512x512	2	30MB
MRI	256x256	2	25MB
Ultra-som	512x512	2	10MB
Mamografia	4096x6144	2	192MB
Angio	1024x1024	2	30MB
Fluoroscopia	1024x1024	1	10MB
Medicina Nuclear	256x256	2	2MB

Vários trabalhos foram propostos para projetar um sistema de arquivamento robusto, rápido, seguro e a um custo aceitável. Furuie et al. (2002) apresentam uma solução para o arquivamento de dados no InCor-SP. A arquitetura proposta combina os modos de armazenamento *online*, *nearline* e *offline* em um fluxo assíncrono de dados. O armazenamento *online* foi baseado em um sistema de discos magnéticos RAID5. Para o armazenamento *nearline* foi utilizado um *jukebox* (sistema que armazena as fitas digitais) de DLT (Digital Linear Tapes) com 48 slots e 4 drivers. O armazenamento *offline* é feito com fitas armazenadas em prateleiras. A arquitetura proposta funciona de modo hierárquico. Quando um limiar pré-definido de espaço livre em disco no armazenamento *online* é atingido, um gerenciador move os exames mais antigos para uma fita disponível e atualiza a base de dados. Se o *jukebox* está cheio, os exames mais antigos são movidos automaticamente para a prateleira e a base de dados é novamente atualizada. Com o projeto desenvolvido em funcionamento, foram armazenadas mais de 2,5Tbytes de imagens DICOM ao sistema em 2002.

2.2.1 Estações para Visualização de Imagens

Em projetos PACS é necessária a utilização de vários tipos de estações de trabalho. Para diagnóstico o radiologista necessita de uma estação com a melhor performance possível com alta resolução. Para revisão e conferências clínicas não existe a necessidade da mesma alta performance. Outro tipo de estação utilizada é aquela para processamento e análise de imagens. Essa estação deve fornecer ferramentas para manipulação de imagens e deve ser de fácil acesso ao usuário. Algumas implementações comerciais de PACS distribuem gratuitamente, ou vendem por uma taxa nominal, programas de computador para visualização de imagens. Atualmente é possível, através da Internet, encontrar soluções eficientes e a baixo custo para manipular e visualizar imagens (KIM; HORII, 2000; RATIB, 1997). Vários trabalhos foram

propostos no intuito de facilitar o acesso às imagens, entre eles podem ser citados de Matos et al. (2003) e Santos e Ruiz (2002).

Matos et al. (2003) desenvolveram um ambiente para visualização de imagens utilizando a linguagem JAVA. É possível fazer a visualização de imagens locais ou imagens remotas (padrão DICOM) através da aplicação criada ou através de um navegador, o que possibilita a visualização de imagem em qualquer ponto da rede que possua um navegador compatível com JAVA. O Sistema será integrado ao Sistema de Informação em Radiologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, possibilitando aos médicos pronto acesso ao prontuário do paciente e imagens a eles relacionados.

Santos e Ruiz (2002) propuseram um sistema que faz uso de tecnologias Web para prover recursos de gerenciamento e manipulação de imagens médicas. Foi desenvolvido um servidor DICOM (capaz de receber e executar requisições de serviço originadas de equipamentos e/ou aplicações compatíveis com o padrão) e um cliente DICOM utilizando a linguagem de programação JAVA. As imagens podem ser visualizadas com 8, 12 ou 16bits por pixel. A principal vantagem desse sistema é o fato dele estar baseado num modelo cliente/servidor em que o cliente só necessita de um navegador Web instalado para executar suas funções, tornando-o de fácil instalação e manutenção.

2.3 Integração dos Sistemas de Informação

Visando o aumento na qualidade dos serviços e atendimento aos pacientes, os hospitais de médio e grande porte estão integrando seus sistemas de informação, para que estes sigam os conceitos adotados mundialmente: Sistema de Informação em Radiologia (RIS), Sistema de Informação Hospitalar (HIS) e o PACS (FURUIE et al., 2002). Kimura (1991) demonstra a importância da integração dos Sistemas de Informação no Instituto de Medicina da Universidade de Tsukuba - Japão. Segundo Kimura, a integração traz vários benefícios ao hospital, entre eles:

- Eliminação de Redundância de Dados
- Fornecer um meio mais eficiente para visualização de imagens no PACS

Sheng e Garcia (1990) citam vários outros motivos para se integrar os Sistemas de Informação:

- Eficiência Operacional
- Economia no Custo
- Rápido acesso aos dados em Serviços de Cuidados Emergenciais
- Planejamento Estratégico e Gerenciamento de Risco
- Educação e Pesquisa

Sheng e Garcia (1990) demonstram em seu trabalho a importância da integração dos Sistemas de Informação da instituição de saúde. Eles concluíram que a integração dos bancos de dados das instituições se torna necessária com o aumento das informações geradas pelas instituições.

Embora existam grandes vantagens para realizar a integração dos sistemas de informação, esta não é uma tarefa trivial, e grande parte das instituições de saúde ainda não possuem os sistemas totalmente integrados.

3 *Padrão DICOM*

3.1 Introdução ao Padrão

Com o surgimento dos equipamentos digitais para diagnóstico médico na década de 70, como por exemplo a Tomografia Computadorizada, assim como o aumento do uso de computadores em aplicações clínicas, viu-se a necessidade de se criar um padrão para transferência de imagens médicas e outras informações relacionadas com a medicina, entre vários equipamentos de diferentes fabricantes (NEMA, 2003d).

A possibilidade de transferir informações padronizadas entre dispositivos tem várias vantagens, entre elas (HORII, 2002):

- Possibilidade de fazer diagnóstico à distância aproveitando ao máximo os recursos disponíveis em outras localidades
- Diminuição dos custos ao se fazer o diagnóstico em outra localidade
- As decisões sobre o diagnóstico são feitas de forma mais rápida

Em 1985, o Colégio Americano de Radiologia (ACR) em conjunto com o NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*), desenvolveu a primeira versão do padrão especificada para ser usada em conexões Ponto a Ponto denominada de ACR-NEMA 1.0 (HORII, 2002). Como toda primeira versão, muitos erros foram encontrados e várias melhorias foram sugeridas. Começou então a ser desenvolvida a versão 2 do padrão (PRIOR, 2001).

Devido à rápida evolução das redes de computadores e dos sistemas de comunicação, o padrão teve que ser reformulado para aceitar esse tipo de conexão. Foram então adotados métodos de orientação a objetos para o desenvolvimento da nova versão (PRIOR, 2001).

A versão lançada em 1993, agora batizada de DICOM 3.0, está continuamente sendo revisada. Em 1995, o DICOM foi aceito como um padrão formal na Europa (OFFIS, 2001).

O padrão DICOM vai além da definição de um formato de transferência para imagens médicas. Ele define, entre outras coisas (OFFIS, 2001):

- Estrutura de dados para imagens médicas e informações relacionadas
- Serviços relacionados à comunicação:
 - Transmissão de Imagens
 - Consulta de imagens em uma base de dados (PACS)
 - Impressão
- Formatos para armazenamento das informações

A última revisão foi publicada na Internet em 2003 e pode ser encontrada no site do nema (NEMA, 2002).

3.2 Definições

O Padrão DICOM possui uma série de definições utilizadas e que são de grande importância para o claro entendimento das características do padrão. Nas próximas seções serão detalhadas as principais características do padrão DICOM.

3.2.1 Definições dos Objetos de Informação - Classes de Serviço

O padrão DICOM é orientado a objetos. Isso significa que cada objeto DICOM (imagem, por exemplo) contém as informações relacionadas ao objeto, como por exemplo: nome do paciente e pixels da imagem, e os métodos que devem ser aplicados a ele, como por exemplo: imprimir. Em DICOM, os métodos são chamados de Serviços. Como exemplo de serviços temos:

- Transferir e armazenar imagens através da rede
- Consultar informações
- Imprimir Imagens
- Gerenciamento dos dados do Paciente, Estudo e Resultados

- Teste de conectividade

Essa paridade (informação - método), ou como definido no padrão (Informação - Classe de Serviço), é o principal elemento do protocolo (PHILIPS, 1997). Assim, uma combinação do **Objeto de Informação** com um **Serviço** é chamado de SOP (*Paridade Serviço-Objeto*). Por exemplo:

Imagem + Impressão = classe SOP (Ex: Armazenamento de Imagem de Ultra-som)

A parte da informação de um SOP é definida em IODs (*Definições dos Objetos de Informação*). Uma IOD é uma coleção de informações correlatas, agrupadas em Entidades de Informação (IE). Cada Entidade de Informação contém informação sobre um único item (abstraido do mundo real), como por exemplo: paciente, imagem, etc (PHILIPS, 1997).

3.2.1.1 IOD Normalizado X IOD Composto

Dependendo do contexto definido pela SC (Classe de Serviço) o IOD pode ser normalizado ou composto, como mostrado na figura 2.

Um IOD normalizado é aquele que contém somente uma IE, por exemplo, SCs que implementam funções de gerenciamento. Um IOD composto é, ao contrário, aquele que contém duas ou mais IEs, por exemplo, SCs que manipulam imagens. A figura 3 mostra um exemplo de um IOD composto (imagem).

Como mostra a figura 3, um IE é composto de um ou mais atributos. Cada atributo contém informação específica a um único dado, por exemplo, o nome da instituição, nome do paciente, etc.

O padrão DICOM define algumas características inerentes ao atributo:

- único Nome
- único Chave *Tag*
- Descrição
- Representação do Valor (VR)

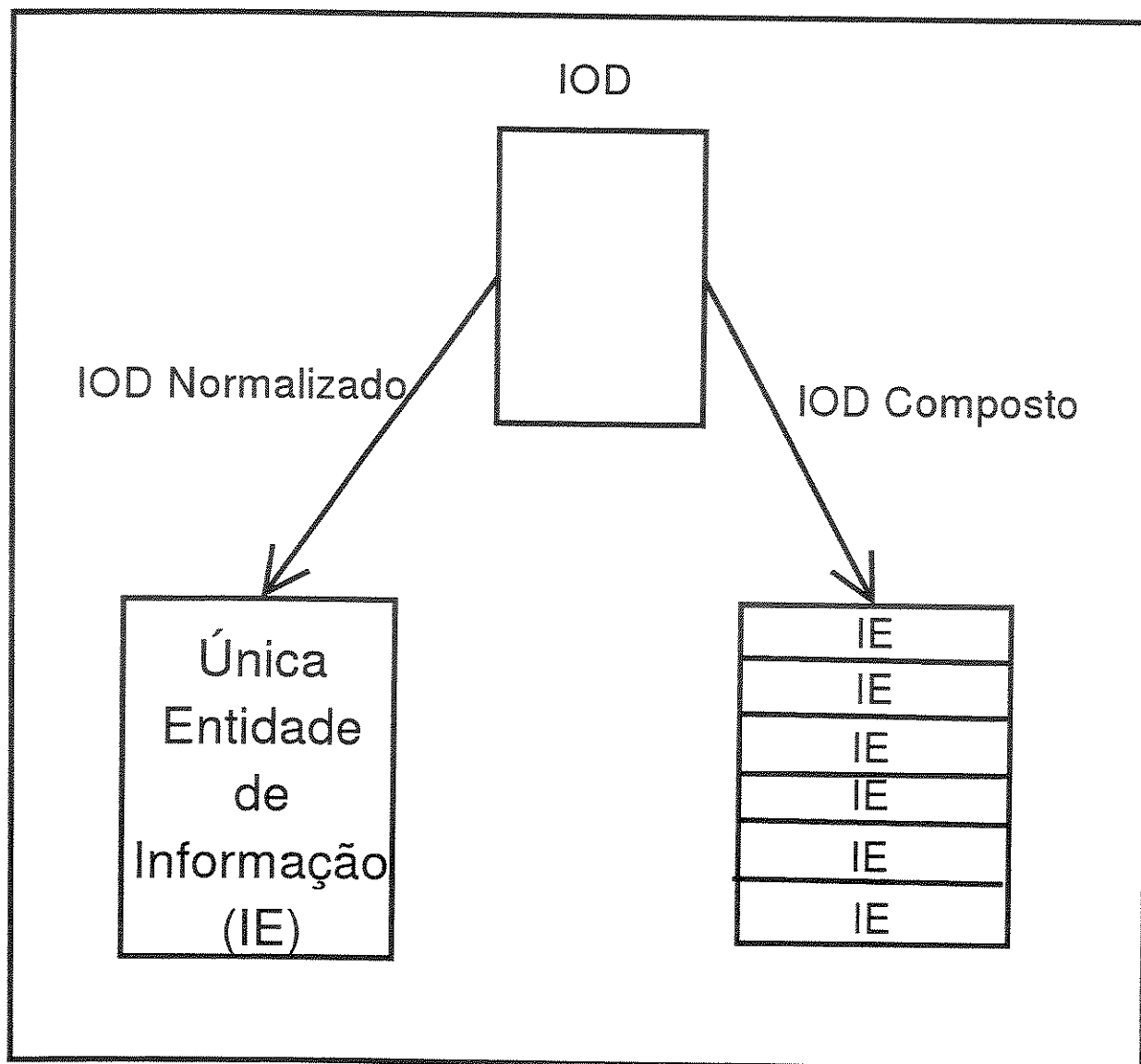


Figura 2: IODs (Definição dos Objetos de Informação)

- Multiplicidade do Valor (VM)
- Tipo

Nome: Nome do atributo de forma amigável ao homem. Ex: Nome do Paciente

Chave: Um número para identificar o atributo

Descrição: Descrição do atributo

Representação do Valor: descreve como o atributo foi codificado. Por exemplo, se é um caractere, um número...

Multiplicidade do Valor: especifica o número de valores que podem ser codificados

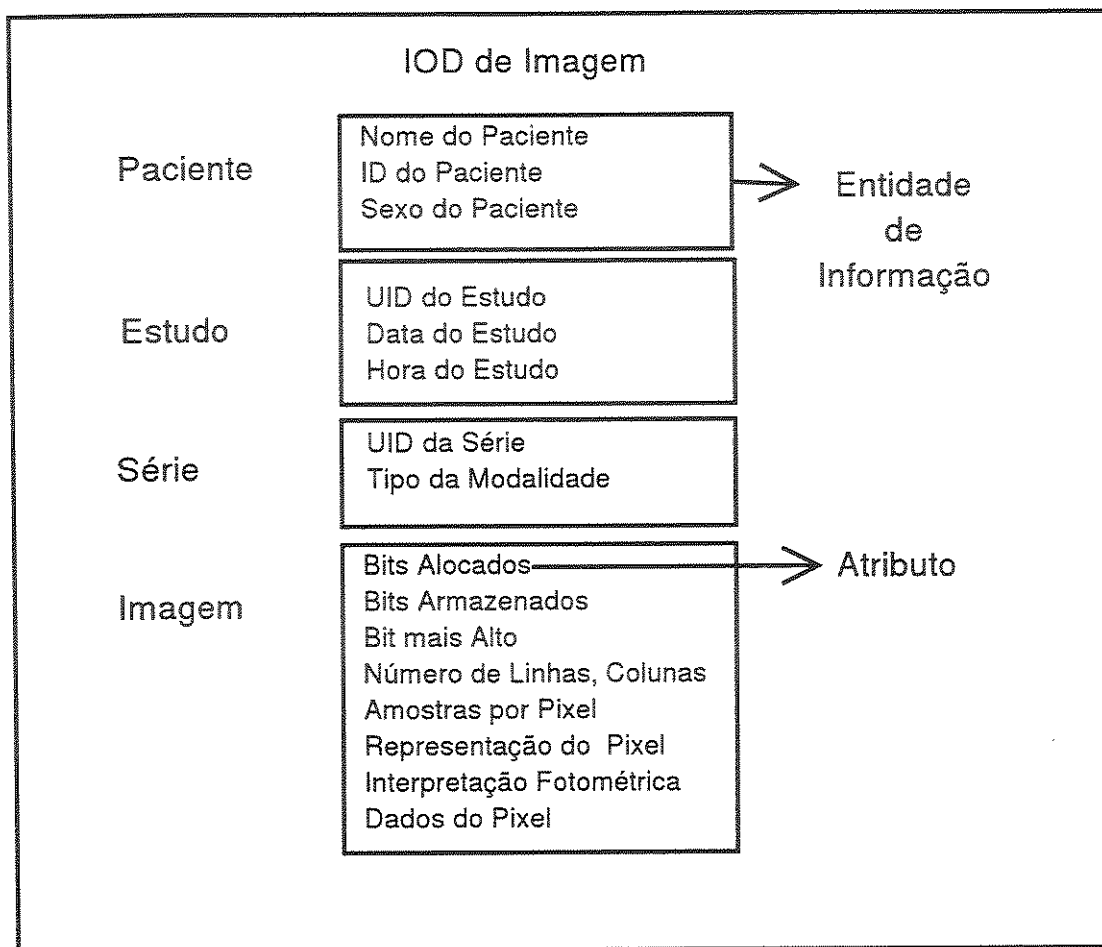


Figura 3: IOD Composto (modificado de Philips (1997))

Tipo: especifica se o atributo é opcional ou obrigatório. Pode receber os seguintes valores:

- 1 (Obrigatório). Sempre presente com algum valor.
- 2 (Obrigatório). Sempre presente, porém pode ser vazio o campo do valor.
- 1C e 2C (Condicional).
- 3 (Opcional).

3.3 Estrutura do Arquivo DICOM

A figura 4 mostra o formato do arquivo DICOM. Ele é composto de um cabeçalho também chamado de *Informação META do Arquivo DICOM* e de um Conjunto de Dados (*Data set*).

Para que uma aplicação consiga ler corretamente os dados do Conjunto de Dados, é preciso identificar a Sintaxe de Transferência com que as informações foram codificadas. Isso é feito através da Chave TransferSyntaxUID (0002,0010) do File Meta Information. Caso não exista a Informação META do Arquivo DICOM, o padrão define a Sintaxe de Transferência "*Little Endian Implícito*" como padrão (NEMA, 2003b). O padrão DICOM define vários tipos de Sintaxe de Transferência, entre elas:

- *Little Endian Implícito* (descreve uma arquitetura na qual o valor menos significativo na sequência de bytes é armazenado primeiro na memória).
- *Little Endian Explícito*
- *Big Endian Implícito* (descreve uma arquitetura na qual o valor mais significativo na sequência de bytes é armazenado primeiro na memória).
- *Big Endian Explícito*

O cabeçalho é formado por um preâmbulo de 128 bytes seguido por um prefixo DICOM de 4 bytes e informações sobre o tipo de codificação do Conjunto de Dados. A inclusão do cabeçalho em um arquivo DICOM é opcional (LEADTOOLS, 2001). Se não se desejar utilizar o preâmbulo em uma implementação, todos os 128 bytes devem ser colocados em 00H. O prefixo DICOM deve conter os caracteres "DICM" em letra maiúscula. (NEMA, 2003b)

3.3.1 Conjunto de Dados

Cada arquivo DICOM contém somente um Conjunto de Dados que representa uma única instância SOP relacionada a uma única classe SOP (LEADTOOLS, 2001).

A Sintaxe de Transferência do Conjunto de Dados deve ser identificada na Informação META do Arquivo DICOM.

Um Conjunto de Dados é composto de Elementos de Dados. Os Elementos de Dados contêm os valores codificados dos atributos para o objeto. Um Elemento é identificado através de uma chave única. A Chave do Elemento de Dado é representado como um par ordenado de inteiros sem sinal de 16 bits. Normalmente é representado em hexadecimal da seguinte forma: (gggg,eeee), onde:

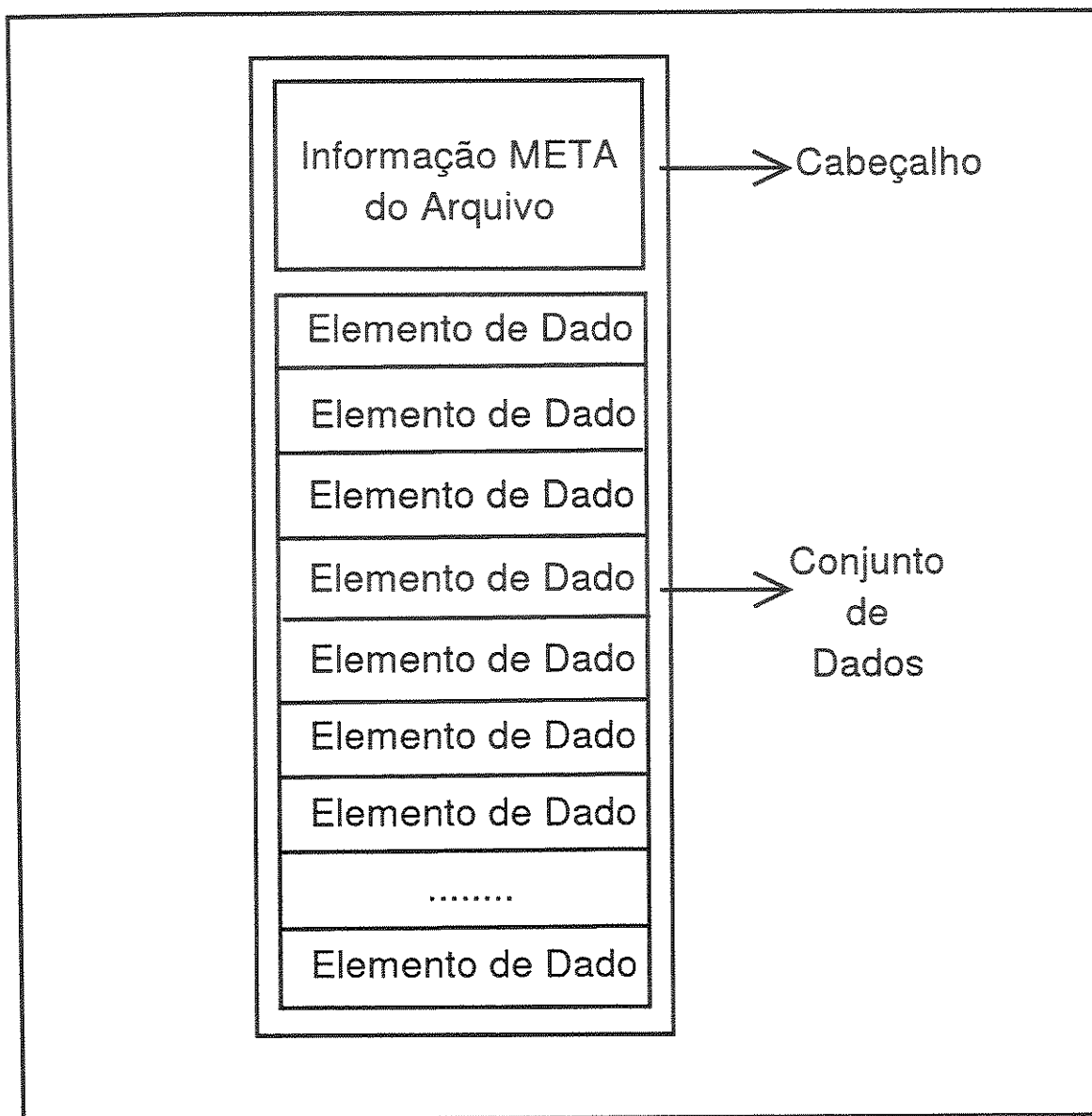


Figura 4: Estrutura do arquivo DICOM (LEADTOOLS, 2001)

gggg = número do Grupo

eeee = número do Elemento dentro do Grupo

Os Elementos de Dados devem ser ordenados no arquivo por ordem crescente da Chave. Dois tipos de Elementos são definidos no padrão DICOM (NEMA, 2003b):

- Elementos de Dados Padrão que possuem um número PAR do Grupo na TAG. Por exemplo: (0000,eeee), (0002,eeee)

- Elementos de Dados Privados que possuem um número ÍMPAR do Grupo na TAG e são usados para armazenar atributos privados. Por exemplo: (0001,eeee), (0003,eeee).

Como pode ser visto na figura 5, um Elemento de Dado é composto de no mínimo 3 campos: a Chave, Tamanho do campo Valor (em bytes) e Campo Valor. O campo VR é opcional e depende da Sintaxe de Transferência utilizada (Ex: Little Endian Implícito (o campo VR não está incluído)) (NEMA, 2003b).

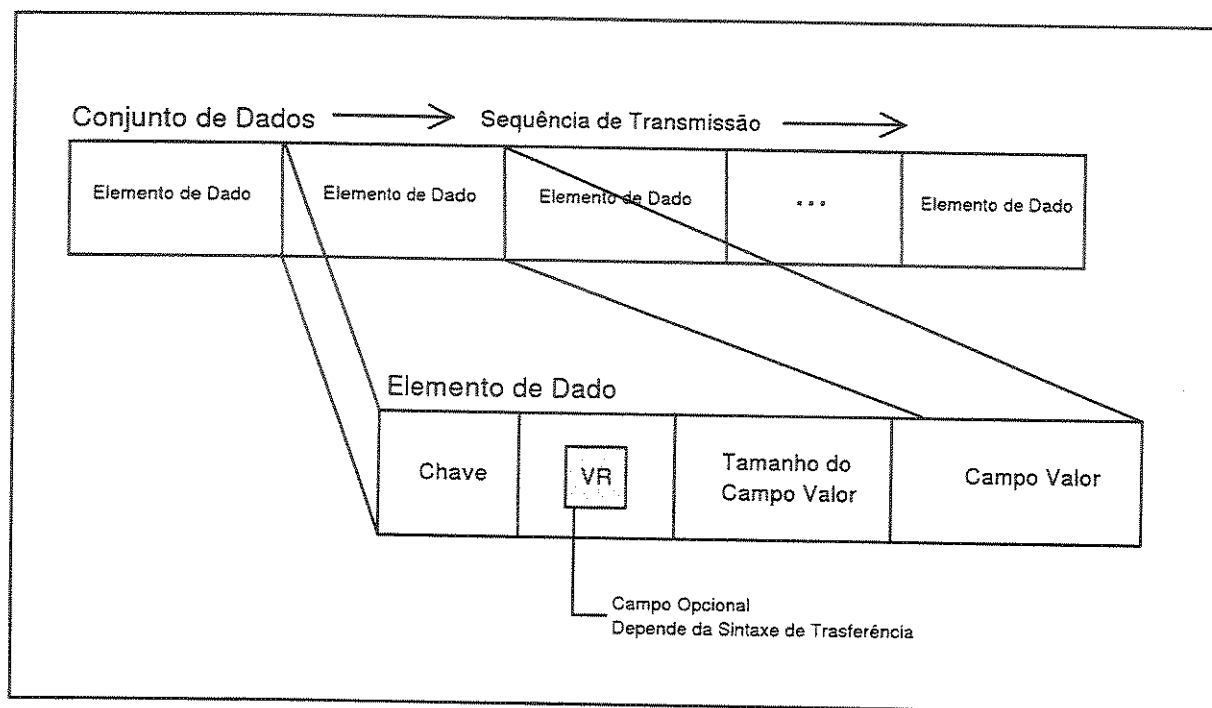


Figura 5: Conjunto de Dados e Elementos de Dados DICOM (modificado de NEMA (2003b))

3.3.1.1 Representação do Valor (VR)

Descreve o modo como o valor armazenado deve ser codificado ou lido. Por exemplo: Seja um Elemento com VR = LT (Long Text). Neste caso, o valor é codificado na forma de string de no máximo 10240 caracteres (NEMA, 2003b). O padrão contém a lista completa dos valores que podem ser atribuídos ao VR (NEMA, 2003b).

Um VR pode ser opcional, sendo definido no campo Elemento de Dado (explícito) ou não (implícito). Caso o VR seja implícito, o valor dele pode ser determinado usando o dicionário de dados do padrão DICOM através da Chave do elemento que se deseja armazenar ou consultar (NEMA, 2003a).

imagem (por exemplo: CT, US), podem ser adicionadas mais informações. Cada modalidade tem seu próprio IOD com informações específicas que podem ser armazenadas em uma instância SOP de imagem (PHILIPS, 1997).

O conjunto mínimo de atributos necessários para que a imagem seja corretamente manipulada são os seguintes (PHILIPS, 1997):

- Atributos de Identificação:
 - classe SOP UID
 - Instância do Estudo UID
 - Instância da Série UID
 - Instância da Imagem UID
- Tipo da Modalidade
- Número de Amostras por Pixel
- Número de Colunas da Imagem
- Número de Linhas da Imagem
- Interpretação Fotométrica
- Bits Alocados
- Bits Armazenados
- Bit mais Alto
- Representação do Pixel
- Dados do Pixel

3.4.1 Modelo de Imagem (IOD composto)

Conforme visto na figura 7, uma instância de imagem DICOM possui quatro níveis distintos (IE) e estão relacionados com os procedimentos de diagnóstico adotados pelo médico: nível do paciente, do estudo, da série e da imagem (NEMA, 2003c). A figura 7 mostra como os diferentes níveis estão relacionados no procedimento médico de diagnóstico.

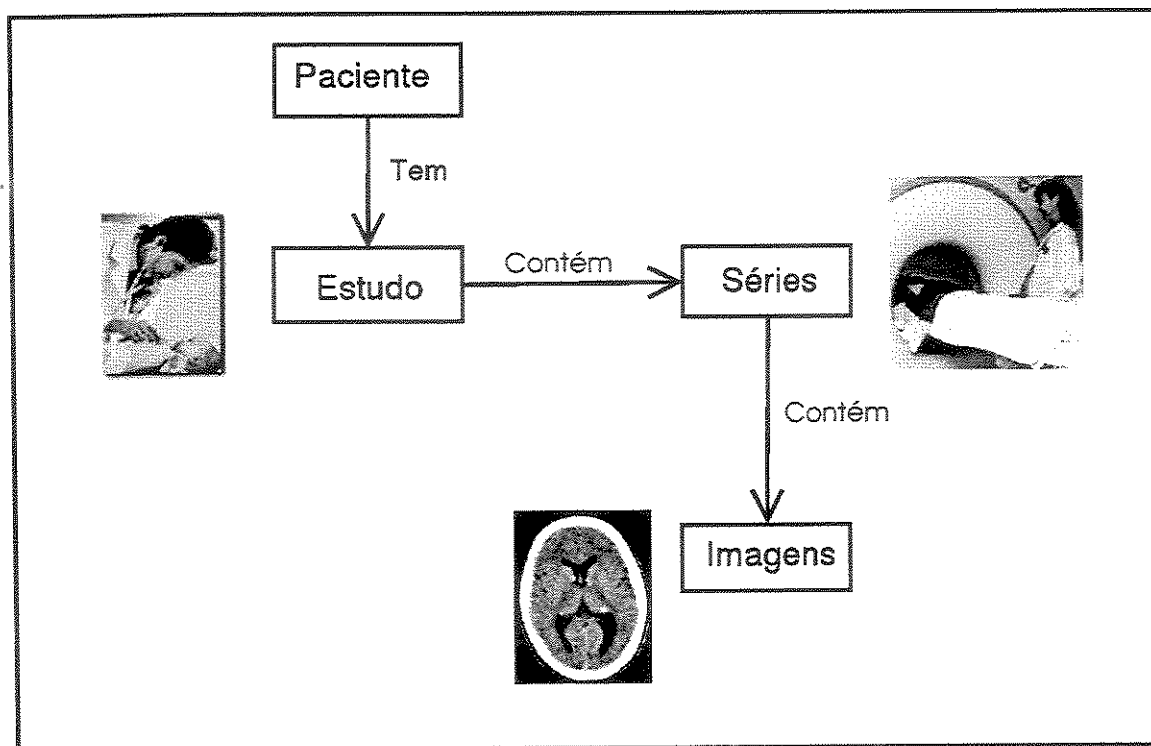


Figura 7: Modelo de relacionamento dos diferentes níveis de informação (modificado de Gorissen (1997))

- Um paciente possui um ou mais estudos
- Cada estudo pode ter uma ou mais séries
- Cada série contém no mínimo uma imagem

3.4.1.1 Paciente

Contém as informações demográficas do paciente relativo ao estudo feito, como por exemplo:

- Nome do Paciente
- Sexo
- Data de Nascimento

3.4.1.2 Estudo

Um estudo é o resultado da realização de um exame. O exame pode ser feito em diferentes modalidades (US, CT, MR). Todas as imagens coletadas em um exame são colocadas no mesmo estudo. Um único paciente pode ter vários estudos como resultado de outros exames feitos (NEMA, 2003c).

3.4.1.3 Série

Uma série constitui um conjunto de imagens que foram adquiridas de uma única modalidade. Um mesmo estudo pode ter uma ou mais séries. Por exemplo, quando uma modalidade produz um número de imagens de uma determinada parte do corpo de um paciente em diferentes posições e em diferentes momentos elas podem ser agrupadas em várias séries (PHILIPS, 1997).

Este nível possui entre outras informações: a hora e a data que foi feita a série, detalhes sobre o tipo de equipamento utilizado e o tipo de modalidade.

3.4.1.4 Imagem

Este nível possui as informações relativas às imagens adquiridas de uma modalidade, como por exemplo: número de colunas, número de linhas. Dependendo do tipo de modalidade utilizada no diagnóstico, este nível pode armazenar dados de apenas uma imagem ou de várias imagens (multiframe).

É possível também adicionar informações (linhas, texto) na imagem com o uso de *overlays* - *objetos que são sobrepostos na imagem original*. Como o overlay é uma peça separada dos pixels, a imagem pode ser visualizada com ou sem o overlay, o que permite que os pixels da imagem possam ser usados para processamento sem a interferência de outras informações.

Existem outras informações importantes atribuídas à imagem. Uma delas é a VOI (Valor de Interesse), que permite selecionar uma janela de valores de pixels que são clinicamente significantes quando se deseja visualizar ou imprimir uma imagem (NEMA, 2003c).

3.4.2 Construção da Imagem

Os valores dos pixels das imagens são armazenados no elemento Dados dos Pixels (7FE0,0010). Este elemento pode ter um VR de OB (*Other Byte*) ou OW (*Other Word*), dependendo da Sintaxe de Transferência utilizada. O Elemento Dados do Pixel é composto de várias células de pixels e cada célula contém o valor do pixel e, opcionalmente, bits adicionais. A estrutura dos pixels é definida em três elementos, conforme visto na figura 8 (NEMA, 2003b):

- Bits Alocados (0028,0100)
- Bits Armazenados (0028,0101)
- Bit Mais Alto (0028,0102)

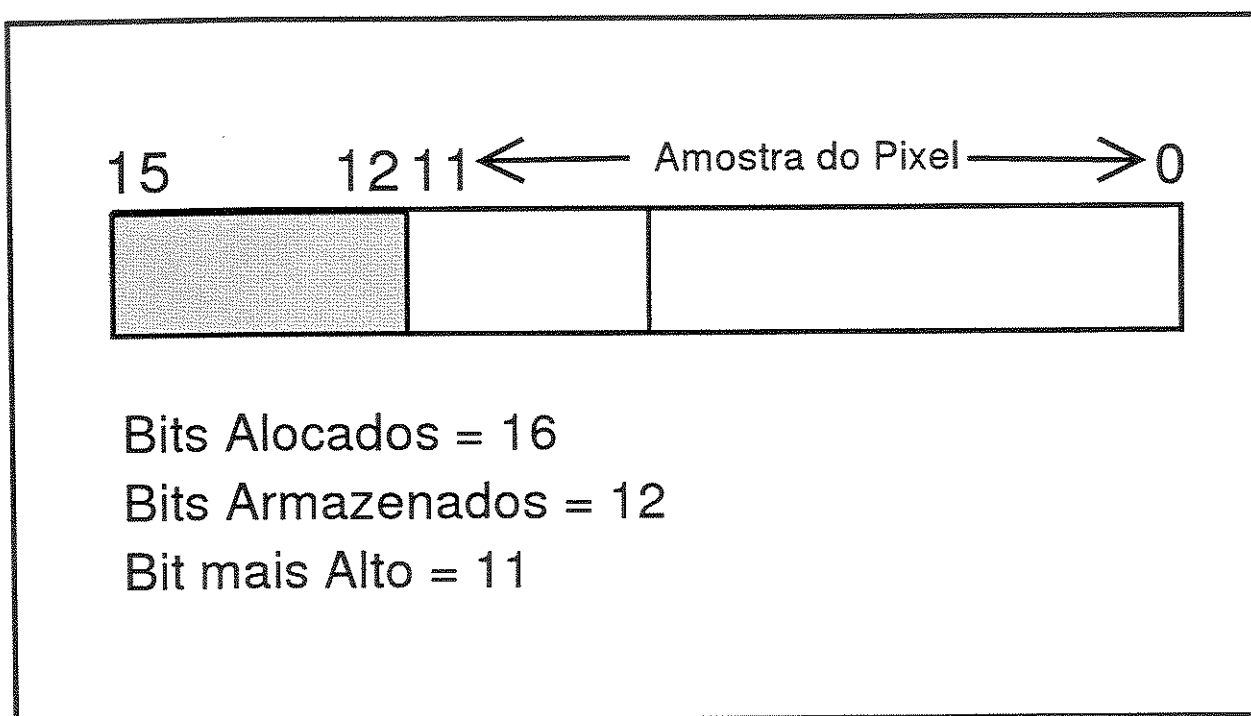


Figura 8: Exemplo de uma célula de pixel (modificado de NEMA (2003b))

O tamanho de uma célula é definido em Bits Alocados(0028,0100). O elemento Bits Armazenados determina o número total dos bits alocados que serão utilizados para representar um valor do pixel (nunca pode ser maior que o valor de Bits Alocados. O Bit Mais Alto determina a posição do bit mais significativo do elemento Bits Armazenados em relação ao elemento Bits Alocados (NEMA, 2003b).

Um único pixel pode ter mais de uma amostra para representá-lo. Por exemplo: em imagens RGB são necessários 3 componentes (amostras Vermelho, Verde e Azul) para representar um valor do pixel. Essa informação é determinada no elemento Amostras por Pixel(0028,0002). O tipo do sistema de cores utilizado para representar a imagem é determinado no elemento Interpretação Fotométrica (0028,0004) que pode receber, entre outros, os seguintes valores:

- MONOCHROME1
- MONOCHROME2
- RGB
- PALETTE COLOR

Cada valor de amostra do pixel pode ser representado como um número inteiro com ou sem sinal. Isso é determinado através do elemento Representação do Pixel (0028,0103).

3.4.2.1 Exemplo

Considerando que temos uma imagem de 512 linhas por 512 colunas em tons de cinza (8 bits), devemos atribuir os seguintes valores aos elementos relacionados com a imagem para a correta interpretação da mesma:

- Interpretação Fotométrica (0028,0004) = MONOCHROME2. Visto que a imagem é em tons de cinza.
- Bits Alocados (0028,0100) = 8
- Bits Armazenados (0028,0101) = 8
- Bit Mais Alto (0028,0102) = 7
- Representação do Pixel (0028,0103) = 0 (sem sinal)
- Linhas (0028,0010) = 512
- Colunas(0028,0011) = 512

Essas são as informações necessárias para que a imagem seja corretamente manipulada.

Caso se queira adicionar no Conjunto de Dados várias imagens (multi-quadros), deve-se colocar no elemento Dados do Pixel uma imagem após a outra, consecutivamente, e adicionar um novo elemento no Conjunto de Dados, o elemento Número de Quadros (0028,0008) com o número de quadros que o elemento Dados do Pixel contém.

3.4.3 Classes de Serviço

As Classes de Serviço mais utilizadas com imagens são (NEMA, 2003b):

- Classe de Serviço de Armazenamento. Determina a transmissão e o armazenamento de imagens através da rede.
- Classe de Serviço de Consulta. Utilizado para fazer uma consulta a dados específicos.

3.5 DICOM para Redes

O padrão DICOM fornece um conjunto de serviços de comunicação e protocolos que permitem a comunicação entre aplicações DICOM de uma maneira eficiente através da rede (NEMA, 2003f).

Os serviços do protocolo DICOM são baseados no modelo OSI (*Open System Interconnection*) de comunicação, conforme pode ser visto na figura 9. Eles são parte do Protocolo de Camada Superior DICOM e permitem que aplicações estabeleçam associações, transfiram mensagens e terminem as associações (NEMA, 2003f).

Em DICOM, a troca de informações entre um cliente (denominado de SCU - Classe de Serviço do Usuário) e um servidor (denominado de SCP - Provedor de Classe de Serviço) ocorre entre duas Entidades de Aplicação (uma atuando como SCU, e outra como SCP). Nas próximas seções serão descritas as características do protocolo responsáveis pela transmissão de informações entre duas entidades.

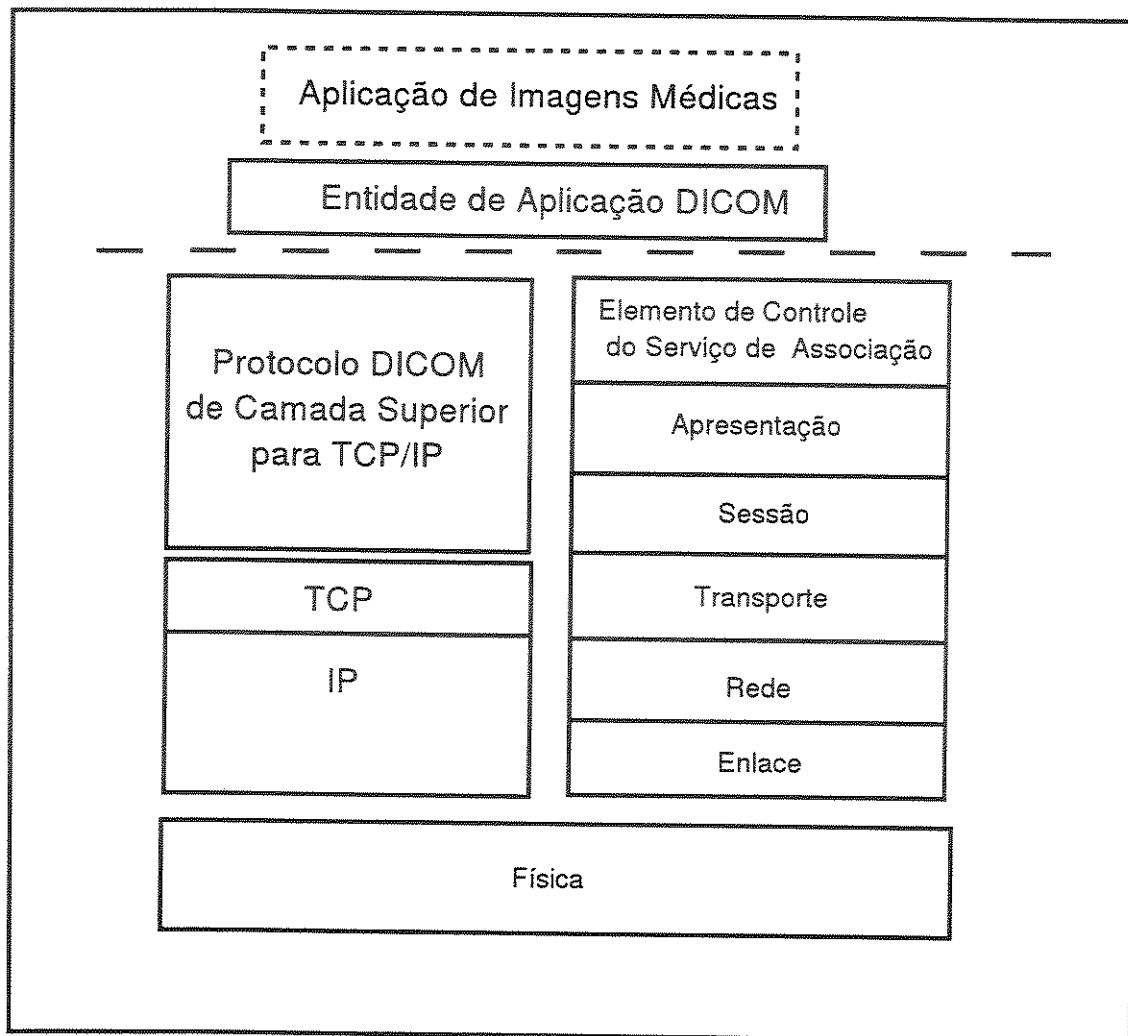


Figura 9: Modelo de Comunicação para Redes do Protocolo DICOM (NEMA, 2003e)

3.5.1 Associação

É quando se estabelece uma conexão entre duas entidades (Entidades de Aplicação). Para que uma associação seja estabelecida, é necessário que ambos os lados concordem com alguns dados relativos à comunicação, ou seja, é necessário que se crie um contexto para a associação, em DICOM denominado de Contexto de Aplicação.

O tipo de informação que é transferida de uma entidade a outra é determinada pela classe SOP. A entidade que solicita uma associação propõe as classes SOP que usará e, dependendo das possibilidades da outra entidade, ela pode aceitar ou rejeitar o pedido de associação.

Depois do processo inicial de negociação, a troca real de informações pode ser iniciada de acordo com as regras definidas para a Classe de Serviço e a classe SOP.

3.5.2 Entidade da Aplicação

É a parte do processo que lida com a comunicação. É formada pelo Serviço do Usuário do processo, que contém as funções necessárias para configuração das conexões e transferência das informações. Cada Entidade de Aplicação possui um nome (Título da Aplicação) que é usado quando se está configurando uma comunicação (PHILIPS, 1997)

3.5.3 Endereço de Apresentação

Título da Aplicação é um nome simbólico para o processo envolvido na comunicação. Para que seja possível estabelecer uma associação (conexão) entre duas partes, é necessário atribuir um endereço de rede real, chamado Endereço de Apresentação.

O formato do Endereço de Apresentação depende do protocolo de rede usado. Como na maioria das vezes o DICOM é usado com o protocolo TCP/IP, o Endereço de Apresentação é mapeado para um socket TCP/IP (PHILIPS, 1997).

3.5.4 Contexto de Apresentação

Para cada classe SOP negociada no processo inicial da associação, as entidades envolvidas no processo devem concordar sobre a Sintaxe de Transferência que será usada na transmissão da informação. Para que isso ocorra, a entidade que solicita a associação propõe a outra todas as Sintaxes de Transferência que ela consegue manipular para a classe SOP. A entidade que recebeu o pedido de associação analisa a lista das Sintaxes de Transferência e seleciona uma delas que ela consiga manipular, estabelecendo um Contexto de Apresentação para a classe SOP (PHILIPS, 1997).

4 *Material e Métodos*

Neste capítulo discutem-se as ferramentas que foram empregadas no desenvolvimento da interface DICOM.

O *hardware* utilizado, em conjunto com o *software* desenvolvido (discutido nos próximos capítulos) para realizar a captura das imagens e suas conversões para o formato DICOM juntamente com a possibilidade do envio do arquivo DICOM via rede caracterizam a interface DICOM.

4.1 Hardware

Para o desenvolvimento da interface foi adquirido um computador Intel Pentium®IV com as seguintes características:

- 1.7 GHz
- 512 Mb de memória
- HD de 70 Gb
- Placa de Vídeo ATI Rage®128 Pro 32Mb
- Placa Pinnacle DC10Plus®
- Monitor 17"

Para que fosse possível a captura das imagens analógicas dos equipamentos de diagnóstico médico, foi adquirida a placa de captura de vídeo DC10Plus da empresa Pinnacle. Essa placa possui as seguintes especificações que atendem completamente as necessidades do projeto:

- Saída de Vídeo : um conector Composto (RCA) e um S-Vídeo
- Entrada de Vídeo: um conector Composto (RCA) e um S-Vídeo
- Captura de equipamentos que possuam as seguintes saídas analógicas: NTSC, PAL, S-VHS, VHS-C, SVHS-C
- 30 quadros por segundo em NTSC
- Resolução máxima de 640x480 em NTSC

4.2 Software

Nesta seção discutiremos todos os *softwares* envolvidos no desenvolvimento da interface, desde o sistema operacional até as bibliotecas utilizadas no desenvolvimento do *software*.

4.2.1 Sistema Operacional Utilizado

Como um dos principais objetivos para o desenvolvimento da interface era o de ter um equipamento DICOM com baixo custo, resolveu-se então adotar o Sistema Operacional Linux como base para o desenvolvimento do *software*.

Todo o *software* foi desenvolvido utilizando a distribuição Debian do Linux com o Kernel 2.4.20. O Debian começou a ser desenvolvido em 1993 por Ion Murdock como uma nova distribuição que seria feita abertamente. O sistema começou com um pequeno grupo de desenvolvedores de *Software* Livre e foi crescendo gradualmente até se tornar uma comunidade grande de desenvolvedores e usuários.

Para o correto funcionamento da interface DICOM, é necessário ativar no kernel do linux os seguintes *drivers*:

- *Drivers* referentes à placa de captura de vídeo
- BigPhysArea

No caso da Pinnacle DC10Plus, o *driver* que se deve ativar é o Zoran e pode ser encontrado no seguinte endereço: <http://mjpeg.sourceforge.net/driver-zoran/> (acesso em Agosto de 2002).

O BigPhysArea é um *driver* que aloca uma grande área contínua de memória no momento do *boot* do sistema operacional. No Kernel do Linux, o máximo de blocos de memória contínua que se consegue alocar é 128Kb. Alguns *drivers*, tal como os *drivers* da placa de captura de vídeo, necessitam de quantidades muito maiores de blocos de memória contínua. Com o BigPhysArea esse problema é resolvido. No Kernel 2.4.20 é necessário apenas ativar o BigPhysArea. No entanto, nas versões dos kernels mais antigas é necessário incluir o BigPhysArea, visto que essas versões antigas não disponibilizam esse *driver*.

4.2.2 Bibliotecas de Desenvolvimento Utilizadas

Foram utilizadas no projeto três bibliotecas para o desenvolvimento do *software*: o *Dicom Toolkit* (DCMTK) versão 3.5.2, QT versão 3.1.2 e *Video for Linux* (V4L).

4.2.2.1 DCMTK

DCMTK é uma coleção de rotinas e aplicações que implementam grande parte do padrão DICOM. Ela foi desenvolvida de forma híbrida, misturando códigos em C++ e em ANSI C.

Em 1993, antes mesmo do lançamento oficial da versão 3 do padrão DICOM, um protótipo da implementação do padrão foi criado pela OFFIS, Universidade de Oldenburg e o centro de pesquisa CERIUUM em Rennes na França. O *software* ficou conhecido como *European CTN* (*Central Test Node*). Em 1996, o *software* foi reescrito pela OFFIS e seu nome mudou para DCMTK. A partir daí a biblioteca sofreu várias modificações e hoje em dia ela suporta a maioria das características do padrão.

Essa biblioteca tem sido amplamente usada por hospitais e organizações em todo o mundo tanto com a finalidade de pesquisa quanto para o desenvolvimento de produtos comerciais (OFFIS, 2001).

Quando este trabalho começou a ser desenvolvido, a versão da DCMTK usada era a 3.5.1. No final do ano de 2002 foi lançada a versão 3.5.2 da biblioteca que é a utilizada atualmente no sistema.

4.2.2.2 QT

A ferramenta de programação escolhida para desenvolver o *software* responsável pela captura e transmissão de imagens no formato DICOM foi a QT.

QT é uma ferramenta de desenvolvimento de aplicações orientada a objetos utilizando C++. Ela é multi-plataforma, ou seja, possui versões para Windows, Linux e Mac. Como consequência disso um programa feito em QT pode ser usado em qualquer uma dessas plataformas, obrigando-se o usuário a recompilar o código fonte, sem necessidade de mudar uma linha sequer do código (TROLLTECH, 2002).

Uma das principais razões por ter-se optado por essa linguagem de programação, além do fato dela ser multi-plataforma, foi o fato dela ser orientada a objetos.

4.2.2.3 V4L

Video for Linux é uma API (*Application Programming Interface*) de captura de vídeo do Kernel do Linux. Foi criada para que fosse possível utilizar o mesmo código fonte com diferentes placas de captura de vídeo.

Para o processo de captura das imagens é utilizada a função *mmap*. Essa função mapeia arquivos ou dispositivos para a memória, tornando o processo de manipulação dos dados mais rápido. Para utilizar essa função, o usuário deve primeiro informar as características da imagem que deseja capturar, como tamanho da imagem e número de *bits*. Com a função *mmap* executada, a função `VIDIOCMCAPTURE` começa a captura do quadro. Quando essa função retorna, o quadro ainda não está capturado, o *driver* somente instruiu o *hardware* para começar a captura. Para concluir a captura, é necessário usar a função `VIDIOCSYNC` que espera até que o quadro seja totalmente capturado. V4L permite que se use a função `VIDIOCMCAPTURE` várias vezes (com diferentes números de quadros). O número máximo de quadros que se pode utilizar para acelerar o processo de captura (processar a função de captura `VIDIOCMCAPTURE` com quadro 0, com quadro 1) é dependente da placa de captura de vídeo. Caso a placa suporte 2 ou mais quadros, é possível fazer a captura através da técnica de *buffer* duplo (*double buffering*), ou seja, enquanto um quadro está sendo capturado, o outro está sendo processado. Um algoritmo para essa técnica, utilizando a API do *Video for Linux* (V4L) pode ser visto abaixo:

```
VIDIOCMCAPTURE(0)
while ( ALGUMACOISA )
{
    VIDIOCMCAPTURE (1)
```



```

VIDIOCSYNC (0)

//processa o quadro 0 enquanto o hardware captura o quadro 1
.

VIDIOCMCAPTURE (0)
VIDIOCSYNC (1)

// processa o quadro 1 enquanto o hardware captura o quadro 0
}

```

4.3 Metodologia

Para o desenvolvimento do *software* foi adotada uma abordagem orientada a objetos (OO). A orientação a objetos é uma técnica que utiliza os conceitos de objetos e classes na Análise, Projeto e Implementação de um sistema. A abordagem OO possui várias vantagens, entre elas (JACOBSON et al., 1996):

- Desenvolvimento mais rápido dos sistemas
- Facilidade na manutenção
- Reutilização
- Confiabilidade
- Aumento da Qualidade

Para o *software* em questão resolveu-se denominá-lo de IDicom (Interface DICOM).

O IDicom pretende atender, primeiramente, as necessidades do Instituto do Coração (INCOR) em São Paulo ao permitir que os equipamentos de diagnóstico médico por imagem de ultra-som antigos (que possuam saída de vídeo padrão), que não possuam DICOM como padrão, consigam se integrar ao sistema de informação do hospital, aproveitando ao máximo os recursos que o DICOM proporciona, como por exemplo:

- Possibilidade de transmissão de imagem para visualização em outro dispositivo

- Armazenar as imagens em uma base de dados compatível com DICOM para posterior consulta
- Possibilidade de fazer processamento das imagens
- Possibilidade dessas informações digitais armazenadas em formato DICOM fazerem parte de um prontuário eletrônico

A figura 10 mostra um modelo para o funcionamento da interface. Como podemos ver, a interface DICOM captura imagens de um equipamento de diagnóstico médico por imagem, no caso um equipamento de ultra-som. Essas imagens capturadas são então convertidas para o formato DICOM na Interface e transmitidas para um sistema de armazenamento compatível com DICOM (no caso da figura um servidor DICOM para armazenamento de imagens).

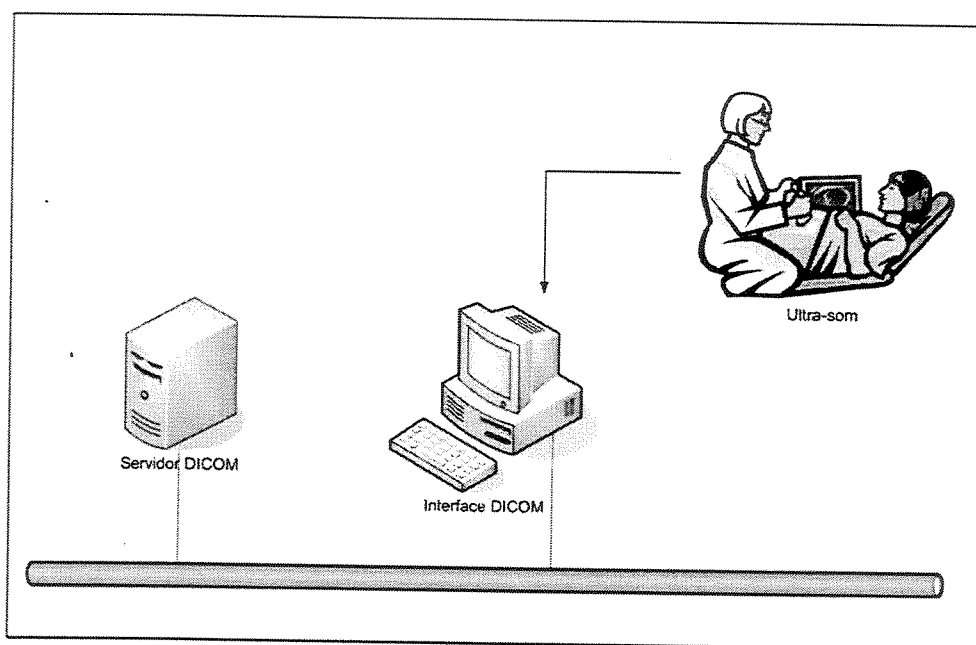


Figura 10: Modelo de Funcionamento: o exame clínico é gerado no equipamento de ultra-som e armazenado (ou não) em video-cassete. A imagem é então capturada pelo microcomputador através da placa de captura de vídeo, convertida para o padrão DICOM (Interface Dicom) e enviada para o Servidor Remoto (Servidor Dicom).

4.3.1 Funções do IDicom

A figura 11 ilustra as funções que o sistema deve realizar. O sistema possui três operações básicas: Capturar Imagens, Visualizar Imagens e Transmitir Imagens.

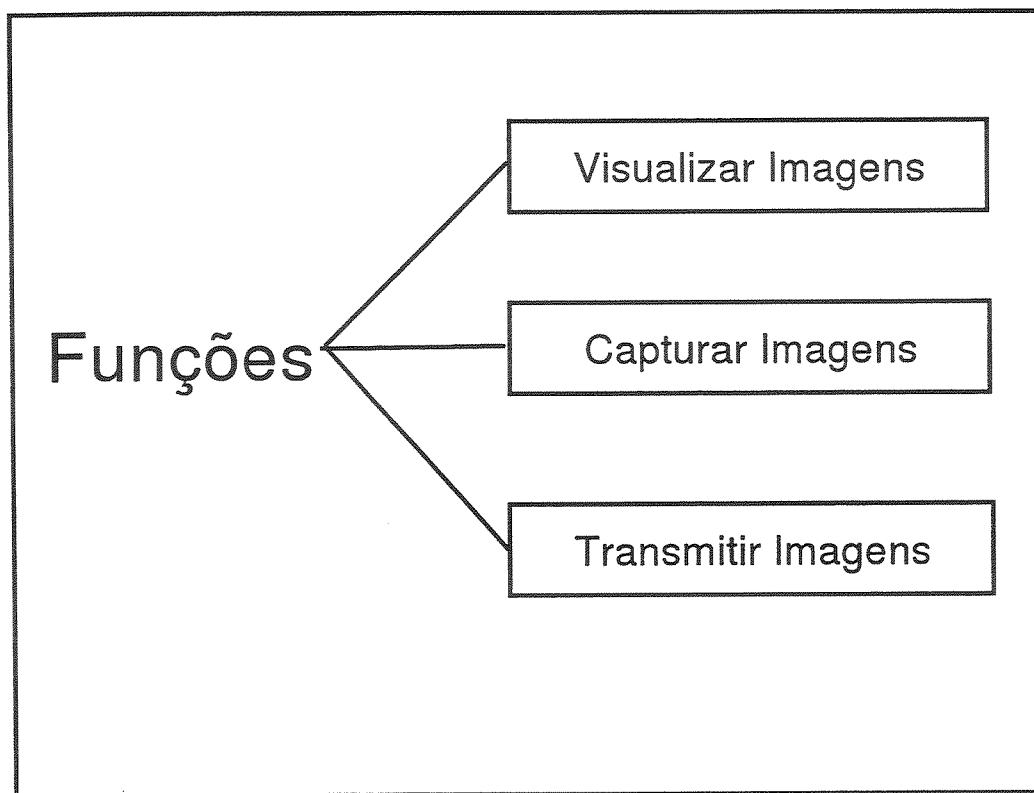


Figura 11: Funções do Sistema IDicom

4.4 Requisitos Funcionais

Para cada função do sistema identificada na seção anterior, foi feita uma relação com os requisitos necessários para cada operação.

Abaixo está uma lista dos principais requisitos para cada função:

- **Visualizar Imagens.**

- Fazer o sistema de visualização com uma interface amigável ao usuário
- Permitir a visualização de uma ou mais imagens do arquivo DICOM em miniatura ao mesmo tempo
- Abrir somente arquivos DICOM que contêm imagens
- Selecionar imagem em miniatura para ser visualizada individualmente
- Permitir a visualização de filme em tamanho reduzido na mesma janela das miniaturas quando o arquivo DICOM for composto por imagens com múltiplos quadros.

- Permitir selecionar imagens individualmente na janela de miniaturas que serão adicionadas para serem visualizadas no filme
 - Permitir exportar as imagens para outros formatos de arquivo: jpeg, png, bmp
 - Visualizar as informações relativas a imagem tais como: número de colunas, número de linhas, número de quadros, Interpretação Fotométrica e classe SOP
 - Permitir visualizar a imagem com *Zoom*
- **Transmitir Imagens.**
 - Abrir uma janela para escolha do arquivo que será transmitido
 - Permitir a escolha da Sintaxe de Transferência da transmissão
 - Permitir alterar o nome e a porta da conexão
 - Mostrar o estado da transmissão
- **Capturar Imagens.**
 - Permitir selecionar o tempo de captura
 - Capturar as imagens e converter para o formato DICOM
 - Permitir selecionar brilho e contraste da imagem
 - Abrir uma janela para que sejam colocadas informações demográficas do paciente e as informações relativas ao estudo e série realizados
 - Permitir o controle da captura com os botões: play, stop
 - Permitir a escolha do nome do arquivo DICOM que será gravado
 - Mostrar o status do processo de captura
 - Permitir modificar o tamanho da imagem da captura
 - Permitir modificar o tipo de entrada da placa de captura que se está utilizando (Composta, S-VIDEO).

4.4.1 Implementação

Foram feitos esboços das características visuais do IDicom para facilitar o desenvolvimento da interface gráfica. Implementou-se, então, o *software* utilizando as bibliotecas citadas nas seções anteriores para o processo de captura, visualização e transmissão de imagens DICOM através da rede.

A Figura 12 apresenta o fluxograma básico do sistema.

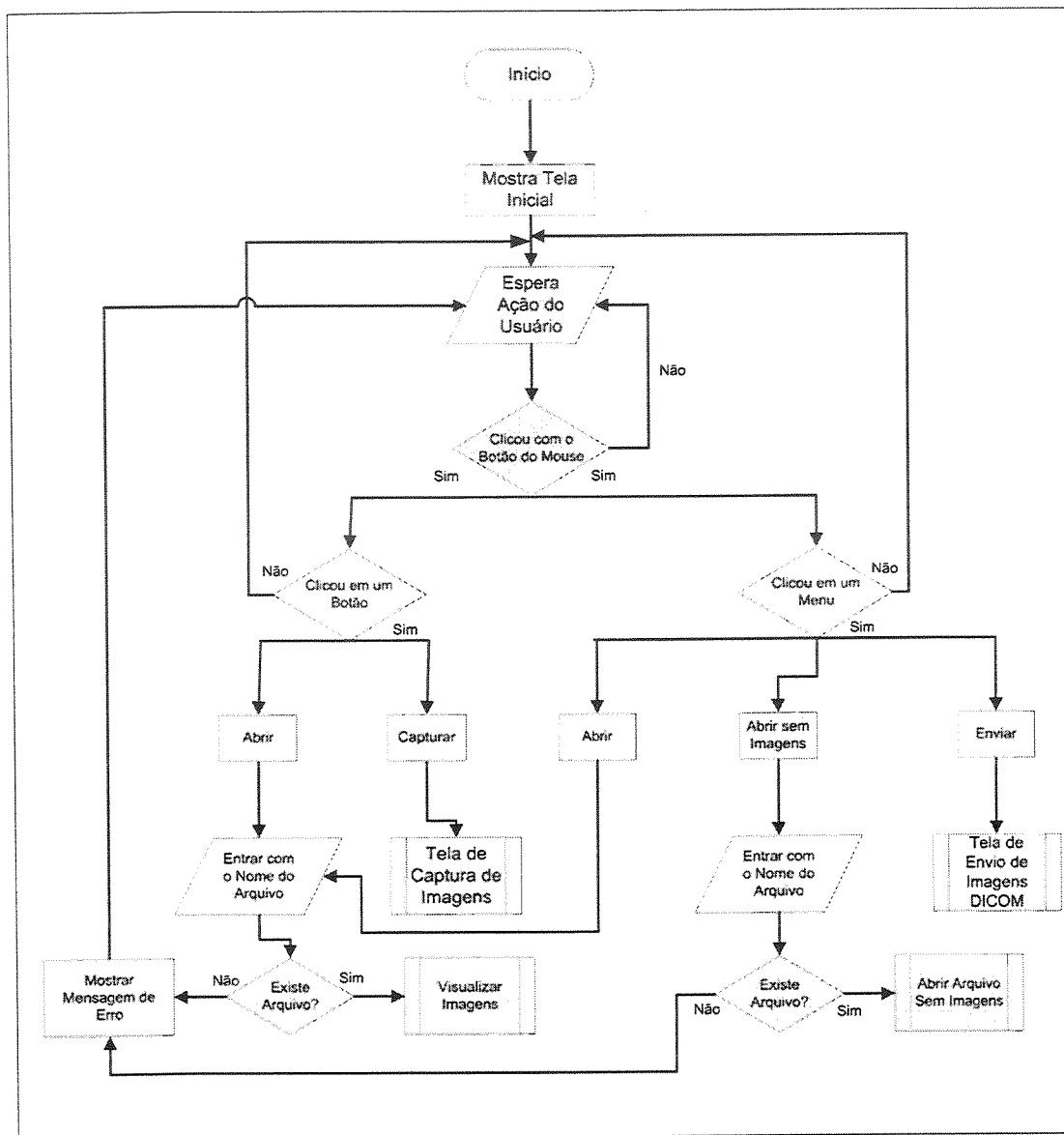


Figura 12: Fluxograma do Estado Inicial do Sistema

Pelo Fluxograma da Figura 12, no estado inicial, o *software* possui somente quatro funções ativadas: Abrir Arquivo DICOM, Abrir Arquivo DICOM sem Imagens, Enviar e Capturar.

Nas seções seguintes todas as funções serão discutidas mais detalhadamente.

4.4.1.1 Visualização

A Figura 13 apresenta o Fluxograma do IDicom para leitura e visualização de imagens.

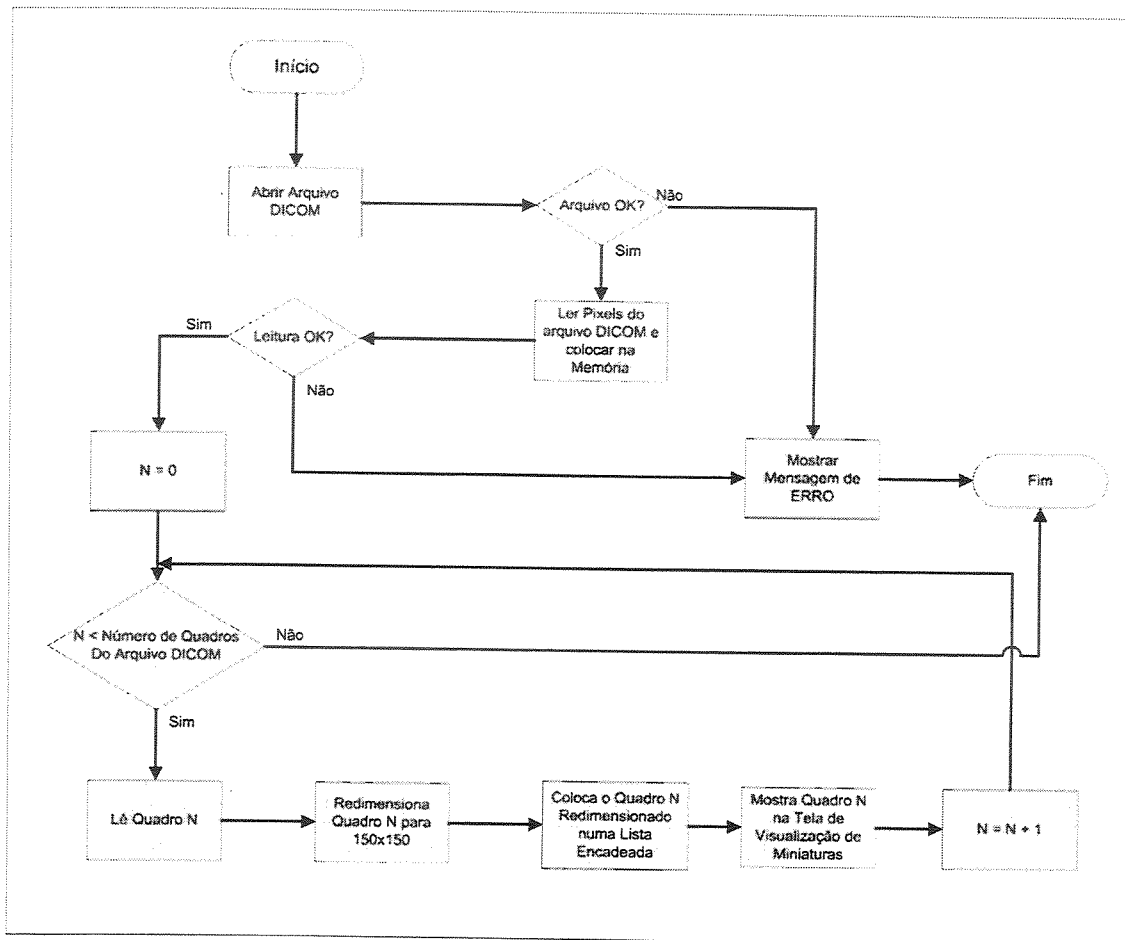


Figura 13: Fluxograma de Visualização de Imagens

O arquivo DICOM é carregado através do método `loadFile` da biblioteca `DCMTK`. Esse método carrega todo o Conjunto de Dados do arquivo DICOM na memória. Abaixo está um exemplo de como abrir um arquivo (caso ocorra algum problema no processamento do Conjunto de Dados do arquivo, o método `loadFile` acusa um erro):

```

DcmFileFormat *dfile;
dfile = new DcmFileFormat();
dfile->loadFile(ARQUIVO)

```

O próximo passo é ler os pixels do arquivo DICOM e colocar na memória. Essa função é feita pela classe `DicomImage` da biblioteca `DCMTK`. Caso o arquivo DICOM seja composto de imagens multi-quadros a classe retornará um erro se as imagens ultrapassarem a capacidade de memória do computador.

Para a visualização de imagens em miniaturas, elas são lidas (caso imagem multi-quadros) quadro a quadro, até o número total de quadros existentes no arquivo DICOM. Cada quadro é redimensionado para a resolução de 150x150 (para mostrar em modo miniatura) e adicionado em uma lista encadeada (que armazenará todos os quadros). Todos os quadros são então visualizados na tela. Para visualizar as imagens em tamanho real, é carregada uma função da biblioteca DCMTK (*getOutputData*) e passado o número do quadro que se deseja visualizar.

A Figura 14 apresenta o Fluxograma para o caso do usuário abrir um arquivo DICOM somente para visualização do Conjunto de Dados (sem o processamento dos pixels).

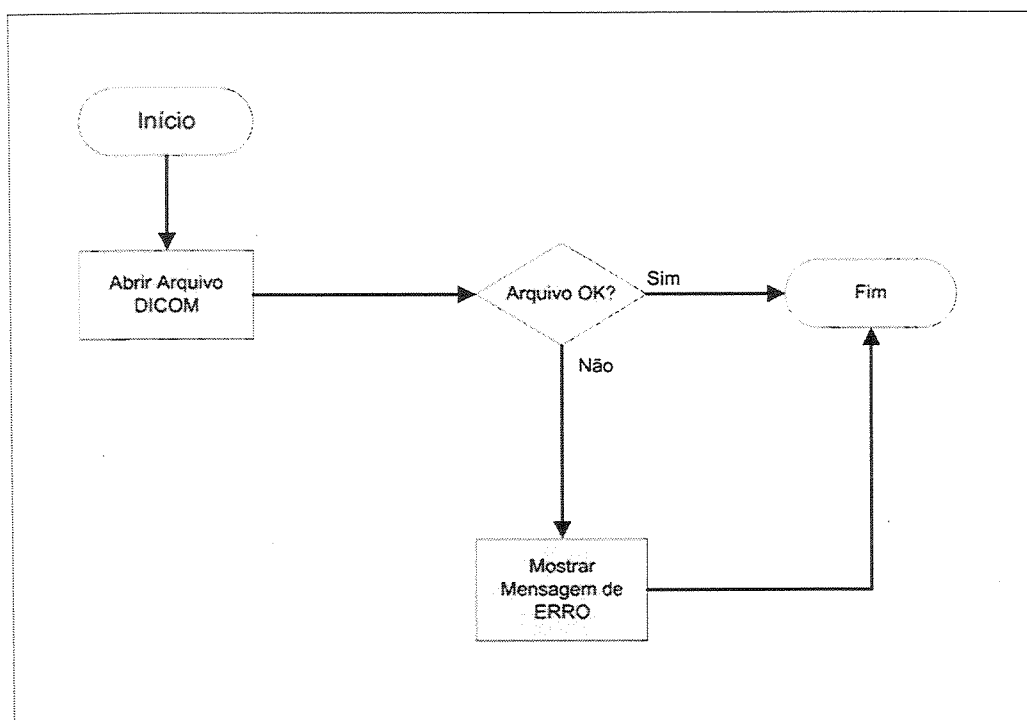


Figura 14: Fluxograma da Função de Abrir Arquivo DICOM sem Imagens

Para essa função o arquivo DICOM é carregado na memória com o Conjunto de Dados e, caso os quadros estejam comprimidos, estes não sofrerão o processo de descompressão (ocupando menos memória e, conseqüentemente, a possibilidade de acusar erro se a capacidade de memória for inferior ao tamanho total dos quadros será menor).

A Figura 15 apresenta o Fluxograma para a Visualização das imagens em filme.

Cada imagem em miniatura selecionada pelo usuário pode ser adicionada numa lista de

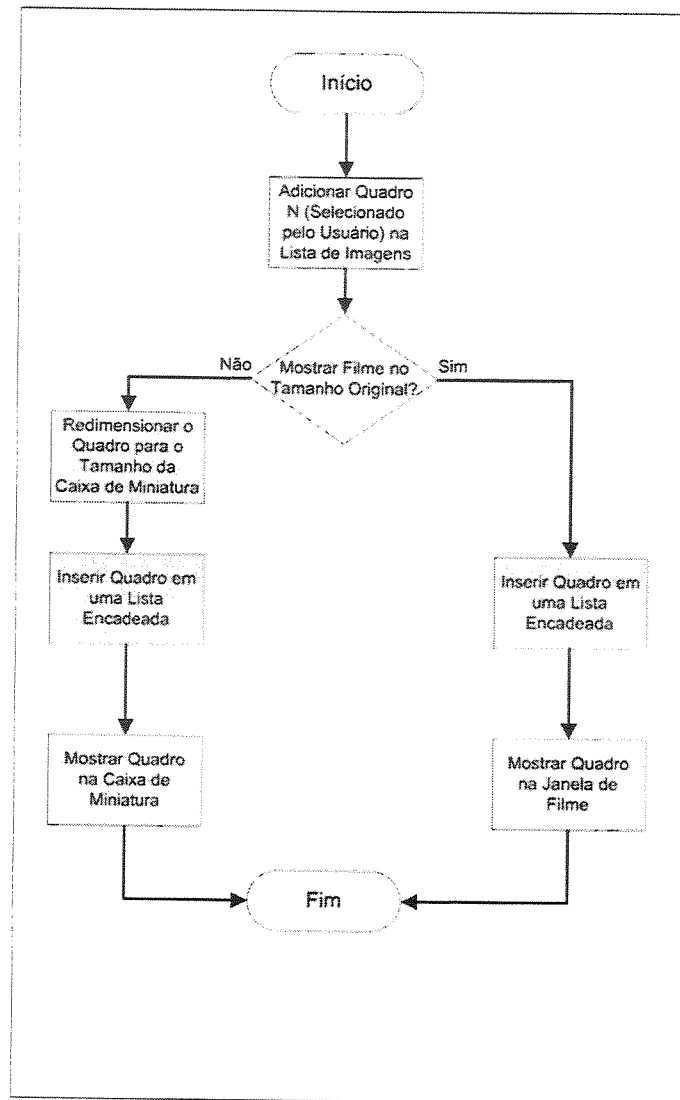


Figura 15: Fluxograma para Visualização das Imagens em Filme

quadros. Na lista de quadros é adicionado somente o número do quadro correspondente da imagem. Após o número ser inserido na lista de quadros, ele é adicionado ao filme. Caso se queira ver o filme em modo miniatura, o quadro correspondente é redimensionado para o tamanho da caixa de filme em miniatura e inserido em uma lista encadeada que armazenará todos os quadros do filme. Caso o usuário queira ver o filme em tamanho original, o quadro não será redimensionado, apenas será inserido na lista encadeada e visualizado na tela de filme. Para a execução da animação dos quadros, é configurado um *timer* com o valor definido pelo usuário em (ms). A cada intervalo definido, o quadro apresentado na tela é trocado por outro que está na sequência da lista encadeada. Este processo ocorre indefinidamente até que o usuário clique no botão stop.

A Figura 16 apresenta o Fluxograma para a Visualização do Conjunto de Dados do arquivo DICOM.

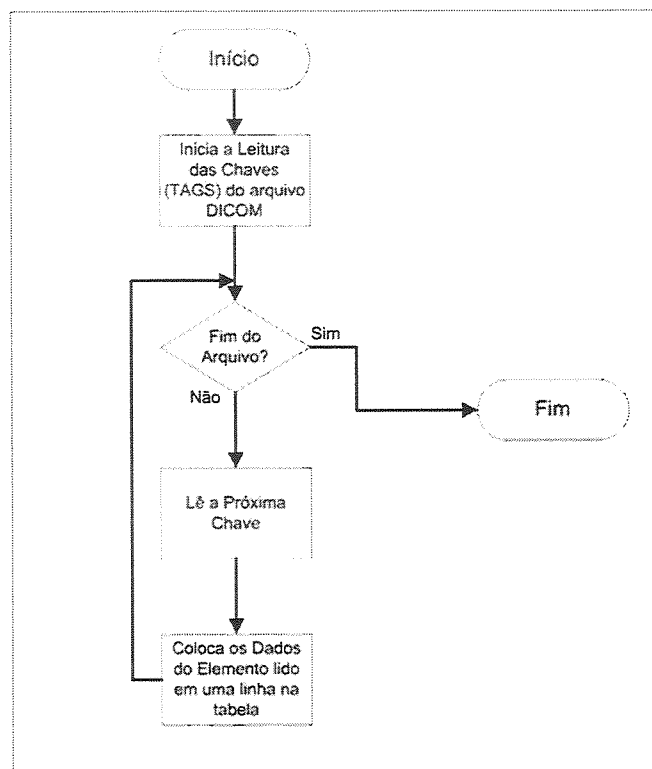


Figura 16: Fluxograma para Visualização do Conjunto de Dados

O arquivo DICOM é percorrido de chave (*tag*) em chave e os valores dos elementos do Conjunto de Dados são inseridos em uma tabela para visualização e edição pelo usuário. A tabela possui uma coluna utilizada para verificar se o usuário modificou ou não o elemento. O usuário pode modificar o elemento no conjunto de dados ao dar um duplo-clique com o mouse na coluna e linha correspondente ao elemento. Caso ele modifique um elemento, a linha correspondente ao elemento receberá um valor 1, acusando que foi feita uma modificação na linha. Quando o usuário optar por fechar a janela de visualização do Conjunto de Dados, toda a tabela é percorrida e verificada, linha por linha, se existe alguma com o valor 1 (significando que foi realizada alguma alteração). Caso exista, o valor do elemento do Conjunto de Dados que está carregado na memória correspondente ao elemento do Conjunto de Dados da tabela é alterado também com o valor modificado da tabela.

Para os procedimentos de *zoom*, rotação e aplicar janela (*VOI Window*) foram utilizadas funções das bibliotecas DCMTK e QT.

As classes que foram desenvolvidas para executar as funções de visualização detalhadas anteriormente foram as seguintes (brevemente descritas):

- **QMainApp**: é a classe principal do sistema. É através dessa classe que serão executadas praticamente todas as funções do sistema. É a janela principal do sistema IDicom.
- **DDicom**: classe que contém as funções necessárias para manipular imagens DICOM.
- **QThumbs**: classe que implementa a visualização de várias imagens ao mesmo tempo através de *thumbnails*.
- **QPropriedadesDialog**: classe desenvolvida para mostrar informações referentes à imagem DICOM em uma janela.
- **QSaveDialog**: classe que permite salvar uma determinada imagem selecionada pelo usuário em qualquer um desses formatos: BMP, JPEG e PPM. No caso de JPEG é possível ainda a seleção, por parte do usuário, do nível de qualidade da imagem que será comprimida.
- **QFilme**: classe criada para permitir a animação dos quadros do arquivo DICOM. É permitida a seleção dos quadros e a mudança na velocidade da animação.
- **QListBoxCustom**: classe desenvolvida para armazenar em uma lista os quadros que se deseja visualizar no filme. É possível a inclusão e eliminação desses quadros na lista.
- **QMainViewer**: classe que implementa as características visuais para visualização e processamento de uma imagem selecionada pelo usuário na janela de visualização de miniaturas.
- **QDicomInfoDialog**: classe implementada para mostrar todos os elementos do arquivo DICOM. Todos os elementos são visualizados em uma tabela ordenada por ordem crescente das chave (*tags*).

4.4.1.2 Captura

A Figura 17 apresenta o Fluxograma para a função de Captura do IDicom.

Ao clicar no botão de gravação, começa o processo de captura das imagens. O Sistema lê os dados de configuração da captura entrados pelo usuário, como por exemplo: brilho, contraste, nome do arquivo a ser armazenado, tempo de captura, resolução, etc. Com esses dados, o IDicom inicia o processo de captura de quadros.

Os quadros são capturados utilizando a técnica de *buffer* duplo.

A Figura 18 ilustra o processo de captura utilizado no IDicom. Durante o processo de captura, os quadros são adquiridos da placa de captura e aptos a serem processados (representado na Figura 18 através do bloco Gerador de Quadros). O algoritmo para esse bloco pode ser visto abaixo:

```
while (!Stop)
{
    qApp->lock();
    fr = captureFrame();
    if (fr!=NULL)
    {
        if (fr && colocarBuffer)
            insere();
        condGetFrame.wakeAll();
        qApp->unlock();
    }
}
```

Esses quadros terão dois destinos: um *buffer* e/ou uma função de *Preview* de Imagem que mostrará o quadro na tela. Enquanto o Gerador de Quadros coloca os quadros no *buffer*, outro módulo começa a retirada deles na ordem em que foram inseridos (FIFO - *First In First Out*). O quadro retirado é então comprimido no formato JPEG sem perdas (permite compressão de grande volume de dados sem perda de informação) e armazenado sequencialmente no elemento **Dados do Pixel** do Conjunto de Dados DICOM na memória. É atribuído um

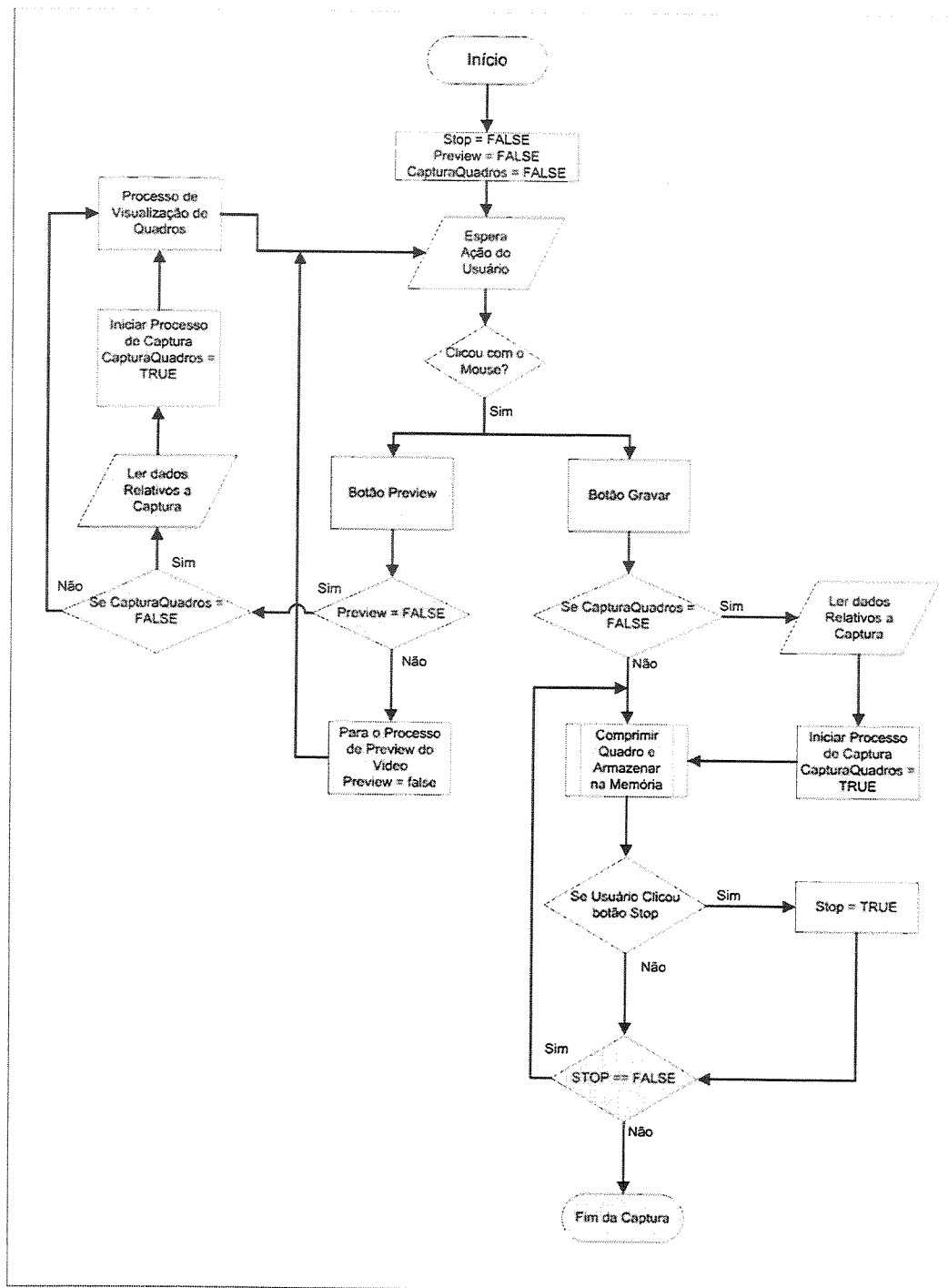


Figura 17: Fluxograma para Captura das Imagens

contador para o número de quadros que está sendo armazenado. No final da captura o valor desse contador é inserido no elemento **Número de Quadros** do Conjunto de Dados. Todas as informações do Conjunto de Dados da memória são armazenadas em um arquivo DICOM para posterior processamento.

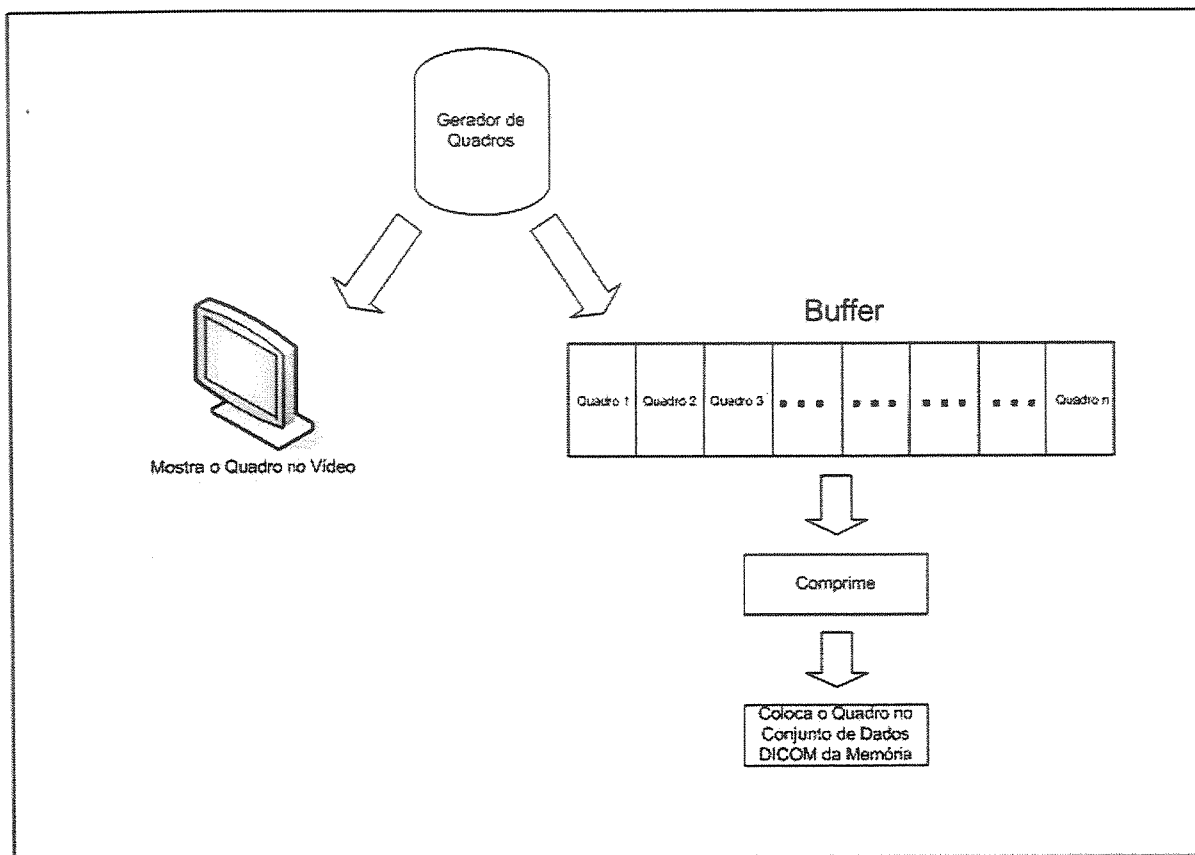


Figura 18: Modelo de Captura e Conversão dos Dados

As seguintes classes foram criadas para o processo de captura e são descritas brevemente como segue:

- **DV4L** : classe criada para o desenvolvimento das rotinas de captura dos quadros.
- **QV4L**: classe criada para o desenvolvimento do gerador de quadros e armazenamento desses no *buffer*
- **QCaptureWindow** : classe desenvolvida para a criação da interface gráfica de captura. A partir dela ocorrerá a interação do usuário com o sistema de captura.
- **DFrameToDicom** : classe destinada a armazenar os quadros capturados no **Conjunto de Dados DICOM** e salvar esses elementos em um arquivo.
- **QOverlayPreview** : classe criada para realizar o *preview* da captura de vídeo.

4.4.1.3 Transmissão

Foi implementado um *Store SCU*, ou seja, um cliente que é capaz de se comunicar com um servidor DICOM que suporte o serviço de Armazenamento de Imagens.

A Figura 19 apresenta o Fluxograma para o Módulo de Transmissão de Imagens.

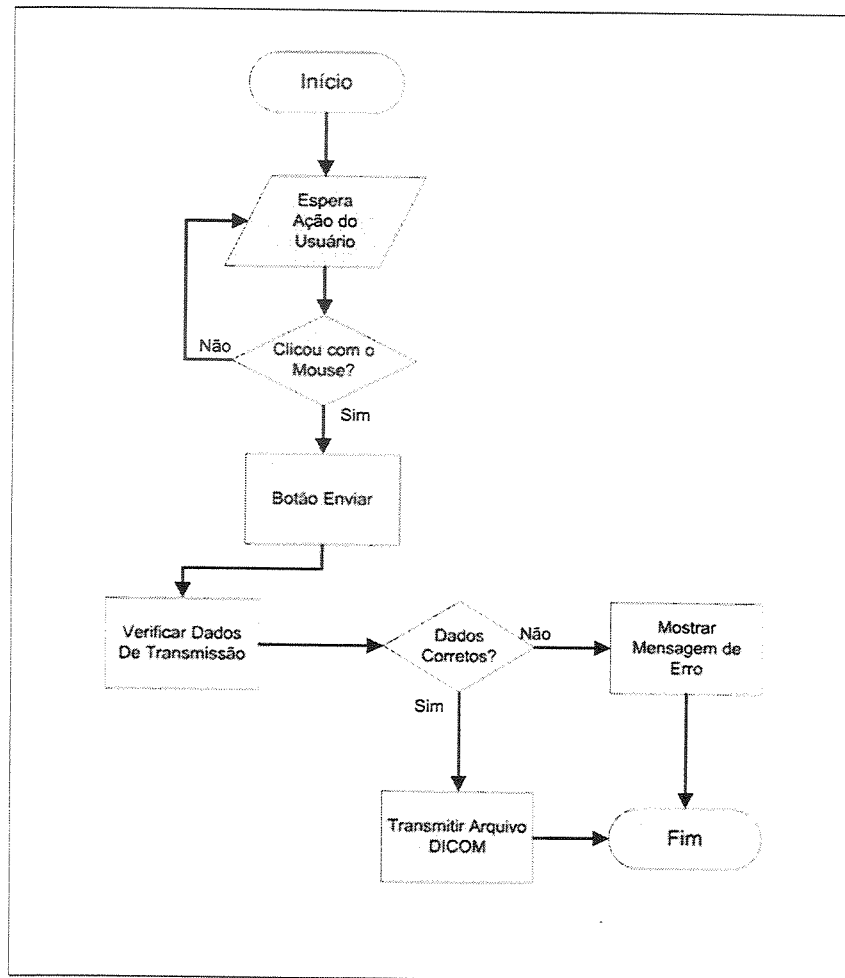


Figura 19: Fluxograma do Módulo de Transmissão de Imagens

O usuário entra com as informações necessárias para se estabelecer uma associação entre duas entidades (*hostname*, porta, arquivo, etc.). Com as informações corretas, começa então o processo de Transmissão. Uma conexão TCP/IP é estabelecida entre as duas entidades. O usuário poderá escolher a Sintaxe de Transferência que será usada para o processo de transmissão de imagem (a Sintaxe de Transferência juntamente com a classe SOP fará parte do Contexto da Apresentação que será enviado ao Servidor DICOM). Caso o usuário escolha *Default*, o Contexto da Apresentação será retirado de uma lista de valores de Sin-

taxe de Transferência para cada classe SOP. Essa lista pode ser visualizada no Anexo A. Caso contrário, o Contexto da Apresentação será caracterizado pela SOP class do arquivo e a Sintaxe de Transferência escolhida pelo usuário. Com essas informações corretas a transmissão dos dados é realizada pela função `DIMSE_storeUser` da biblioteca DCMTK. Após o término da transmissão das informações, a associação entre as duas entidades é terminada.

As seguintes classes foram criadas para desenvolver a função de cliente:

- **DStoreSCU** : contém as funções necessárias para fazer a associação e a transmissão das imagens DICOM do *dataset*
- **QStoreSCU** : classe desenvolvida para a criação da interface gráfica de transmissão de imagens. A partir dela ocorrerá a interação do usuário com o sistema de transmissão.

4.4.2 Testes

Para a lista de requisitos descritas na seção anterior, foram acrescentadas novas características ao sistema:

1. Permitir a visualização do filme no tamanho original da imagem e acrescentar botões para controlar a posição dos quadros no filme
2. Adicionar uma janela que permita, além da visualização, a edição de alguns elementos dos objetos DICOM e a possibilidade de salvar essas informações em um arquivo diferente, pois por questões de segurança não é possível a modificação dessas informações.
3. Permitir ajustar o tamanho da imagem de acordo com o tamanho da janela
4. Permitir visualizar em uma mesma janela duas ou quatro imagens ao mesmo tempo (sem os *thumbnails*). Para isso foi criada uma nova classe: **QScrollViewCustom**
5. Permitir rotacionar a imagem na janela de visualização
6. Acrescentar um botão de *pause* na janela de captura com a finalidade de controlar as partes que se deseja capturar
7. Permitir ao usuário acrescentar informações relativas ao paciente e ao estudo feito no arquivo DICOM.

Na figura 20 podemos ver o relacionamento entre as diversas classes criadas para o sistema IDicom.

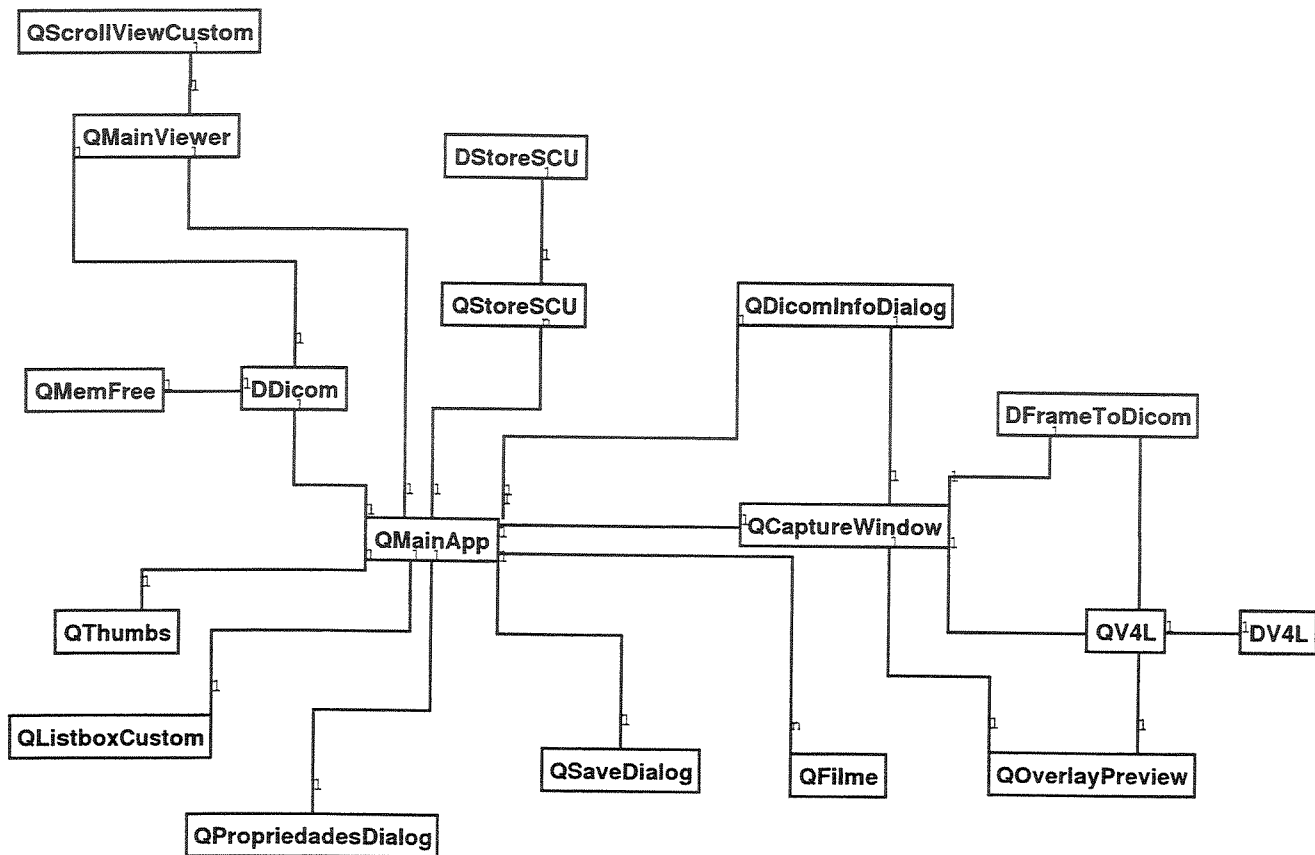


Figura 20: Relacionamento das Classes do IDicom

Todas as classes foram detalhadamente documentadas no código fonte do sistema para facilitar o entendimento das funções exercidas por cada uma e, dessa forma, contribuir para posteriores atualizações no sistema por outros desenvolvedores de *software*.

Com a implementação das novas funções concluídas, foram realizados testes no sistema IDicom para verificar a correta funcionalidade das funções que foram implementadas. Os testes foram divididos em três grupos: testes na parte de visualização do sistema, testes no sistema de captura e testes no sistema de transmissão. O ambiente em que estes testes foram realizados e os detalhes dos processos de teste do *software* estão descritos nas próximas seções.

4.4.2.1 Ambiente de Teste

Os Testes do IDicom foram realizados em um computador Intel Pentium IV com as seguintes características:

- 1.7 GHz
- 512 Mb de memória
- HD de 70 Gb
- Placa de Vídeo ATI Rage 128 Pro 32Mb
- Placa Pinnacle DC10Plus
- Monitor 17"

O IDicom foi executado na Distribuição Debian do Sistema Operacional Linux com o kernel 2.4.20, QT versão 3.1.2 e DCMTK versão 3.5.2.

4.4.2.2 Testes no sistema de Visualização

Para os testes no sistema de visualização de imagens no IDicom, inicialmente foram feitos *downloads* na Internet de arquivos DICOM com imagens. Foram adquiridos arquivos que continham imagens com diferentes características. No Anexo B poderá ser visto todo o conteúdo do Conjunto de Dados desses arquivos.

Identificação dos Testes:

Na tabela 2 estão identificados os principais testes que foram realizados para o sistema de Visualização de Imagens no IDicom. Na tabela 3 são listados os casos de teste que são verificados para o sistema de visualização do IDicom.

Tabela 2: Procedimentos de Teste para a Função de Visualizar Imagens

Número	Procedimento de Teste
1	Abrir arquivo DICOM com Imagens
2	Abrir arquivo DICOM somente para leitura do <i>DATASET</i>

Procedimentos de Teste:

Tabela 3: Casos de Teste para a Função de Visualizar Imagens

Número	Caso de Teste
1	Abrir arquivo DICOM com características diferentes, como por exemplo: diferentes valores para a Sintaxe de Transferência
2	Abrir arquivo não DICOM
3	Abrir arquivo DICOM com uma grande quantidade de imagens

Tabela 4: Procedimento de Teste Abrir Arquivo DICOM com Imagens

Identificação	Abrir arquivo DICOM com Imagens
Objetivo	Verificar se o arquivo DICOM com Imagens é lido e visualizado corretamente
Fluxo	Acionar o Menu: Abrir Digitar o nome do arquivo DICOM

Tabela 5: Procedimento de Teste Abrir Arquivo DICOM somente para leitura do *dataset*

Identificação	Abrir arquivo DICOM somente para leitura do <i>dataset</i>
Objetivo	Verificar se o arquivo DICOM é lido corretamente
Fluxo	Acionar o Menu: Abrir sem Imagens Digitar o nome do arquivo DICOM

Nas tabelas 4 e 5 poderão ser vistos os objetivos de cada procedimento de teste realizado.

Casos de Teste:

Nas tabelas 6,7 e 8 podemos ver cada Caso de Teste separadamente.

Tabela 6: Caso de Teste Abrir Arquivo DICOM com características diferentes

Itens a testar	Abrir arquivo DICOM com características diferentes
Entradas	Campo: abrir arquivo DICOM Valor: arquivo DICOM com diferentes características
Saídas Esperadas	Visualização das Imagens em <i>thumbnails</i>
Procedimentos	Abrir arquivo DICOM com imagens Abrir arquivo DICOM somente para leitura do <i>Dataset</i>

Para o Caso de Teste da tabela 6 foram utilizados arquivos DICOM retirados da Internet assim como arquivos DICOM adquiridos no próprio *software* através do modulo de captura do IDicom.

Os arquivos retirados da Internet estão representados na Tabela 9 (para ver o conteúdo do *dataset* de cada arquivo mais detalhadamente, verificar o Anexo B), enquanto que os arquivos DICOM adquiridos no próprio *software* estão representados na Tabela 10.

Tabela 7: Caso de Teste Abrir Arquivo não DICOM

Itens a testar	Abrir arquivo não DICOM
Entradas	Campo: abrir arquivo DICOM Valor: qualquer arquivo que não seja compatível com o padrão DICOM
Saídas Esperadas	Mensagem de erro: Erro ao tentar abrir o arquivo
Procedimentos	Abrir arquivo DICOM com imagens Abrir arquivo DICOM somente para leitura do <i>Dataset</i>

Tabela 8: Caso de Teste Abrir Arquivo com grande quantidade de Imagens

Itens a testar	Abrir arquivo DICOM com uma grande quantidade de imagens
Entradas	Campo: abrir arquivo DICOM Valor: qualquer arquivo DICOM com grande quantidade de imagens
Saídas Esperadas	Caso o tamanho do arquivo lido seja maior que capacidade de memória do computador, apresentar mensagem de erro: Erro ao abrir arquivo DICOM.
Procedimentos	Abrir arquivo DICOM com imagens Abrir arquivo DICOM somente para leitura do <i>Dataset</i>

Tabela 9: Arquivos DICOM retirados da Internet

Número	Arquivo	Comprimido?	Photometric Interpretation	Bits Stored	Col x Row	Quadros
1	0002.DCM	S (JPEG Lossy)	MONOCHROME2	8	512x512	96
2	0009.DCM	S (JPEG Lossy)	MONOCHROME2	8	512x512	137
3	0020.DCM	S (RLE)	PALETTE COLOR	8	600x430	11
4	US-RGB-8-EPICARD	N	RGB	8	640x480	1
5	XA-MONO2-8-12x	S (JPEG Lossless)	MONOCHROME2	8	512x512	12
6	CT-MONO2-16-brain	N	MONOCHROME2	16	512x512	1
7	Spine2.dcm	N	MONOCHROME2	12	512x512	1

Tabela 10: Arquivos adquiridos da Placa de Captura

Número	Arquivo	Comprimido?	Photometric Interpretation	Bits Stored	Col x Lin	Quadros
8	CapturaPreview1num1	S (JPEG Lossless)	RGB	8	160x120	149
9	CapturaPreview2num1	S (JPEG Lossless)	RGB	8	160x120	451
10	CapturaPreview3num1	S (JPEG Lossless)	RGB	8	160x120	900
11	CapturaPreview4num1	S (JPEG Lossless)	RGB	8	160x120	30
12	CapturaPreview5num1	S (JPEG Lossless)	RGB	8	160x120	601
13	Captura1num1	S (JPEG Lossless)	RGB	8	160x120	150
14	Captura2num1	S (JPEG Lossless)	RGB	8	160x120	451
15	Captura3num1	S (JPEG Lossless)	RGB	8	160x120	900
16	Captura4num1	S (JPEG Lossless)	RGB	8	160x120	31
17	Captura5num1	S (JPEG Lossless)	RGB	8	160x120	601
18	CapturaPreview1num2	S (JPEG Lossless)	RGB	8	320x240	150
19	CapturaPreview2num2	S (JPEG Lossless)	RGB	8	320x240	450
20	CapturaPreview3num2	S (JPEG Lossless)	RGB	8	320x240	901
21	CapturaPreview4num2	S (JPEG Lossless)	RGB	8	320x240	31
22	CapturaPreview5num2	S (JPEG Lossless)	RGB	8	320x240	3591
23	Captura1num2	S (JPEG Lossless)	RGB	8	320x240	151
24	Captura2num2	S (JPEG Lossless)	RGB	8	320x240	451
25	Captura3num2	S (JPEG Lossless)	RGB	8	320x240	900
26	Captura4num2	S (JPEG Lossless)	RGB	8	320x240	31
27	Captura5num2	S (JPEG Lossless)	RGB	8	320x240	3597
28	CapturaPreview1num3	S (JPEG Lossless)	RGB	8	640x480	151
29	CapturaPreview2num3	S (JPEG Lossless)	RGB	8	640x480	450
30	CapturaPreview3num3	S (JPEG Lossless)	RGB	8	640x480	712
31	CapturaPreview4num3	S (JPEG Lossless)	RGB	8	640x480	30
32	CapturaPreview5num3	S (JPEG Lossless)	RGB	8	640x480	576
33	Captura1num3	S (JPEG Lossless)	RGB	8	640x480	151
34	Captura2num3	S (JPEG Lossless)	RGB	8	640x480	451
35	Captura3num3	S (JPEG Lossless)	RGB	8	640x480	736
36	Captura4num3	S (JPEG Lossless)	RGB	8	640x480	30
37	Captura5num3	S (JPEG Lossless)	RGB	8	640x480	599

4.4.2.3 Testes do Sistema de Captura

Os testes do sistema de captura do IDicom foram realizados com imagens adquiridas de um videocassete. Foi conectado um videocassete na entrada de vídeo composta da placa de captura de vídeo do computador. Os testes foram realizados com diferentes tamanhos de imagens e diferentes tempos de captura. Foram realizados dois processos de captura para cada valor de tamanho de imagem e tempo de captura, sendo um processo de captura com a Janela de *Preview* Ativada e outro com a Janela de *Preview* Desativada. Após a conclusão da captura o arquivo salvo foi visualizado no próprio *software* para verificar a eficácia da captura.

Identificação dos Testes:

Na tabela 11 estão identificados os principais testes que foram realizados para o Sistema de Captura do IDicom. A Tabela 12 apresenta o Caso de Teste verificado para o Sistema de Captura do IDicom.

Tabela 11: Procedimentos de Teste para a Função de Captura de Imagens

Número	Procedimento de Teste
1	Capturar quadros da Placa de Captura e gravar em formato DICOM

Tabela 12: Caso de Teste para a Função de Captura de Imagens

Número	Caso de Teste
1	Capturar quadros da Placa de Captura de Vídeo com diferentes tamanhos de quadro e tempos de captura.

Procedimentos de Teste:

Na tabela 13 pode ser visto o procedimento de teste Capturar quadros da Placa de Captura e gravar em formato DICOM.

Casos de Teste:

Na tabela 14 podemos ver os detalhes do Caso de Teste para o Sistema de Captura.

4.4.2.4 Testes do Sistema de Transmissão

Para os testes do sistema de transmissão foi instalado e executado o *software* StoreSCP da biblioteca DCMTK em um computador da rede local ethernet (10Mb/s) do Centro de

Tabela 13: Procedimento de Teste Capturar arquivo DICOM

Identificação	Capturar quadros da Placa de Captura e gravar em formato DICOM
Objetivo	Verificar se os quadros são corretamente capturados e convertidos para DICOM
Fluxo	Acionar o Botão: Capturar Digitar o nome do arquivo DICOM Escolher a Resolução do Quadro Entrar com o Tempo de Captura Acionar o Botão Gravar identificado com a letra R

Tabela 14: Caso de Teste Capturar quadros da Placa de Captura de Vídeo com diferentes tamanhos de quadro e tempos de captura

Itens a testar	Capturar quadros da Placa de Captura de Vídeo com diferentes tamanhos de quadro e tempos de captura.
Entradas	Campo: Tamanhos de Quadro: Tempos de Captura: Valor = Tamanhos de Quadro: 160x120 320x240 640x480 Valor = Tempos de Captura: 160x120: 1s, 5s, 15s, 20s, 30s 320x240: 1s, 5s, 15s, 30s, 120s 640x480: 1s, 5s, 15s, 20s, 30s
Saídas Esperadas	Mensagem: Gravação concluída
Procedimentos	Capturar quadros da Placa de Captura e gravar em formato DICOM

Engenharia Biomédica (CEB) da Unicamp. O computador que atuou como um servidor DICOM de armazenamento de imagens possui as seguintes características:

- Intel Pentium®III 450Mhz
- 128Mb de Memória RAM
- HD de 2,5Gb

O StoreSCP é um servidor DICOM que suporta a Classe de Serviço de Armazenamento de Imagens. O servidor foi configurado na porta 12345. Inicialmente os testes foram feitos com a tentativa de enviar os arquivos que foram adquiridos da Internet. Os arquivos possuíam dife-

rentes SOP classes e diferentes características de Sintaxe de Transferência. Foram adquiridos ainda vários arquivos do sistema de captura do próprio IDicom.

Identificação dos Testes:

Na tabela 15 estão identificados os principais testes que foram realizados para o sistema de Transmissão de Imagens no IDicom. Na tabela 16 poderá ser visto os casos de teste que foram verificados para o sistema de Transmissão do IDicom.

Tabela 15: Procedimentos de Teste para a Função de Transmissão de Imagens

Número	Procedimento de Teste
1	Enviar arquivo DICOM

Tabela 16: Casos de Teste para a função de Transmissão de Imagens

Número	Caso de Teste
1	Enviar arquivo DICOM com características diferentes,
2	Enviar arquivo não DICOM
3	Enviar arquivo com valores dos campos: <i>hostname</i> , porta e Sintaxes de Transferência errados

Procedimentos de Teste:

Na tabela 17 pode ser visto o procedimento de teste realizado.

Tabela 17: Procedimento de Teste Enviar arquivo DICOM

Identificação	Enviar arquivo DICOM
Objetivo	Verificar se o arquivo DICOM é transmitido corretamente
Fluxo	Acionar o Menu: Enviar Digitar o nome do arquivo DICOM Digitar o <i>hostname</i> Digitar a Porta Escolher a Sintaxe de Transferência Acionar o Botão Enviar

Casos de Teste:

Nas tabelas 18, 19 e 20 podem ser vistos cada um dos Casos de Teste separadamente.

Tabela 18: Caso de Teste Enviar Arquivo DICOM com características diferentes

Itens a testar	Enviar arquivo DICOM com características diferentes
Entradas	Campo: nome do arquivo Valor: arquivo DICOM com diferentes características
Saídas Esperadas	Mensagem: Arquivo transmitido com sucesso
Procedimentos	Enviar arquivo DICOM

Tabela 19: Caso de Teste Enviar arquivo não DICOM

Itens a testar	Enviar arquivo não DICOM
Entradas	Campo: nome do arquivo Valor: qualquer arquivo não compatível com o formato DICOM
Saídas Esperadas	Mensagem: Não foi possível enviar o arquivo
Procedimentos	Enviar arquivo DICOM

Tabela 20: Caso de Teste Enviar arquivo com valores dos campos: *hostname*, porta e *Transfer Syntaxes* errados

Itens a testar	Enviar arquivo com valores dos campos: <i>hostname</i> , porta e <i>Syntaxes</i> de Transferência errados (um de cada vez)
Entradas	Campo: nome do arquivo <i>hostname</i> porta Syntaxe de Transferência Valor Arquivo: qualquer arquivo DICOM Valor <i>hostname</i>: teste Valor porta: 4321 Valor Syntaxe de Transferência: qualquer valor diferente da Syntaxe de Transferência do arquivo a ser enviado
Saídas Esperadas	Mensagem: Não foi possível enviar o arquivo
Procedimentos	Enviar arquivo DICOM

5 *Resultados*

O sistema desenvolvido permite a captura de imagens analógicas de equipamentos de diagnóstico médico por imagem, conversão dessas imagens para o formato DICOM e a possibilidade de transmissão dessas imagens para um servidor DICOM.

5.1 Descrição do Sistema IDicom

Os principais recursos oferecidos pelo IDicom são descritos nas próximas linhas. São mostradas janelas do sistema para que a compreensão da descrição do sistema seja facilitada.

A figura 21 mostra a tela inicial do sistema IDicom.

No primeiro momento são possíveis somente quatro ações no sistema:

1. Abrir um arquivo DICOM para visualização das imagens
2. Abrir um arquivo DICOM somente para visualização do Conjunto de Dados
3. Enviar um arquivo DICOM para um servidor dicom que suporte a Classe de Serviço de Armazenamento de Imagens
4. Capturar imagens pela placa de captura

A figura 22 mostra o estado inicial dos menus do IDicom. Pode-se ver que estão ativados somente os menus Abrir, Abrir sem Imagens e Enviar.

Para começar o processo de captura é necessário que a saída analógica do equipamento de diagnóstico médico por imagem esteja conectada na entrada da placa de captura de vídeo

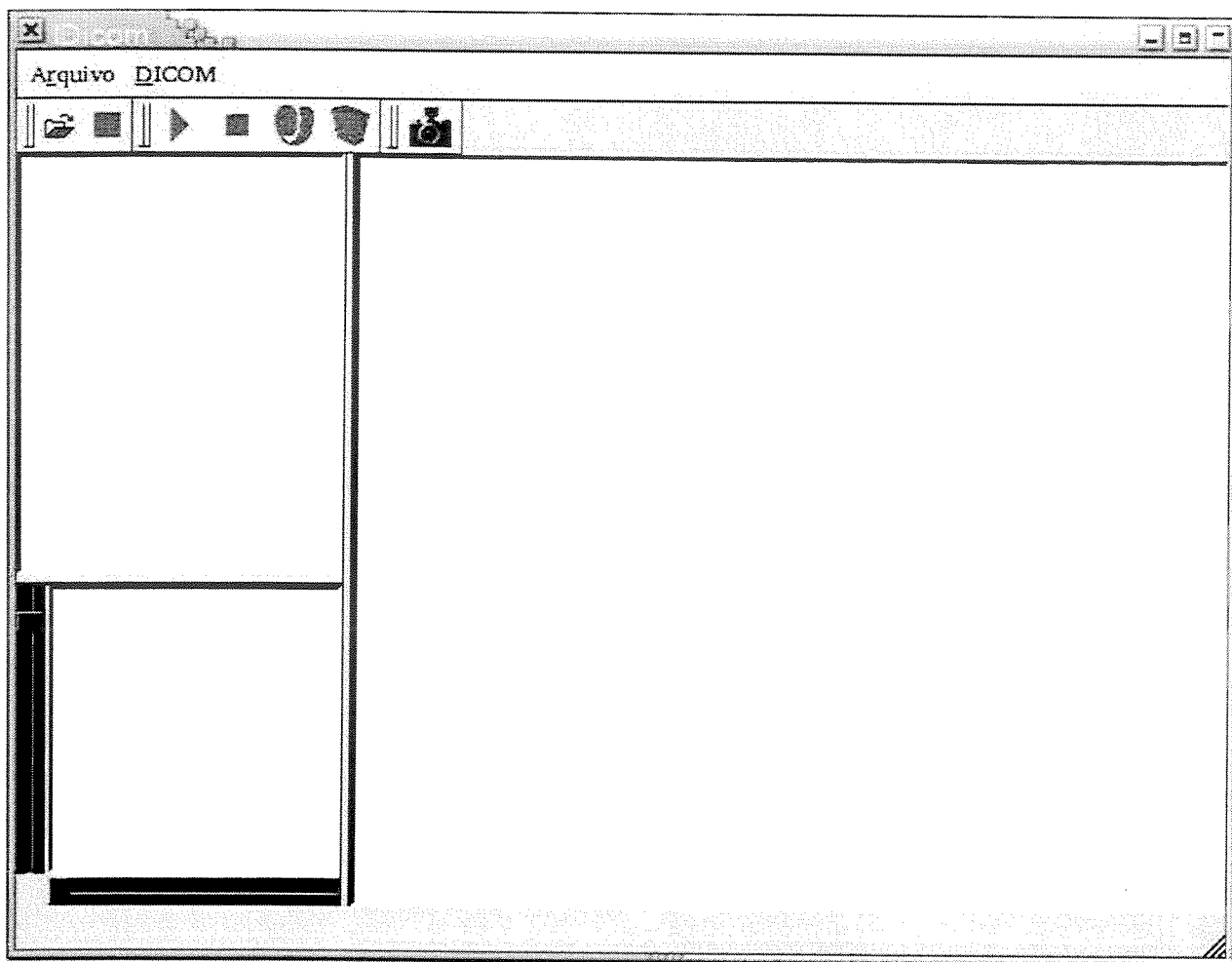


Figura 21: Tela Principal do Sistema

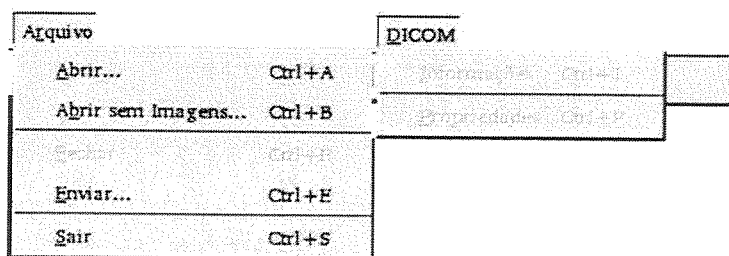


Figura 22: Menus do IDicom

do computador. Clica-se então no botão correspondente à captura (com um ícone de uma máquina fotográfica) na tela inicial do sistema.

A figura 23 mostra a janela de captura do IDicom. Antes de iniciar o processo de captura é necessário ajustar alguns parâmetros:

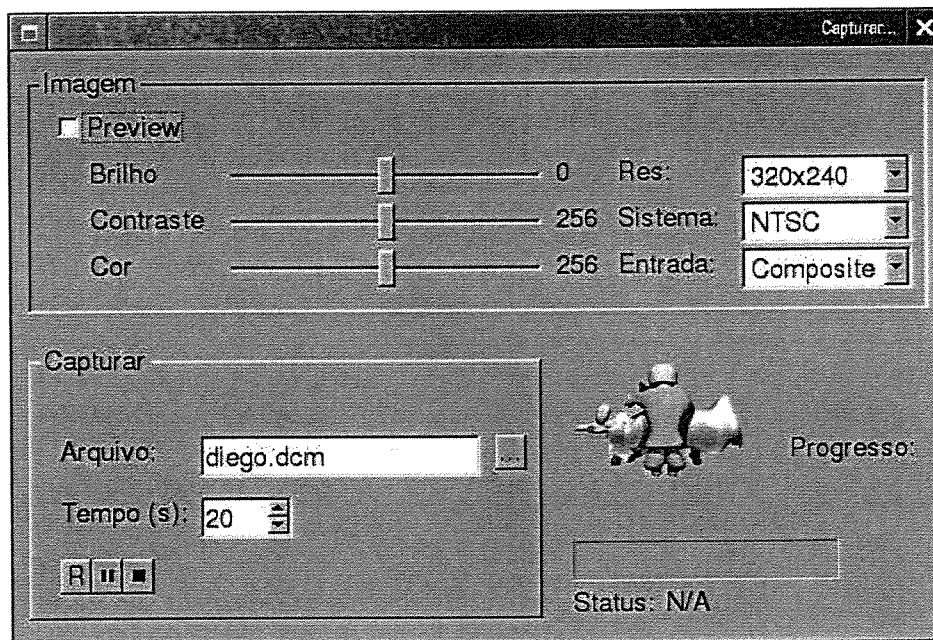


Figura 23: Janela de Captura

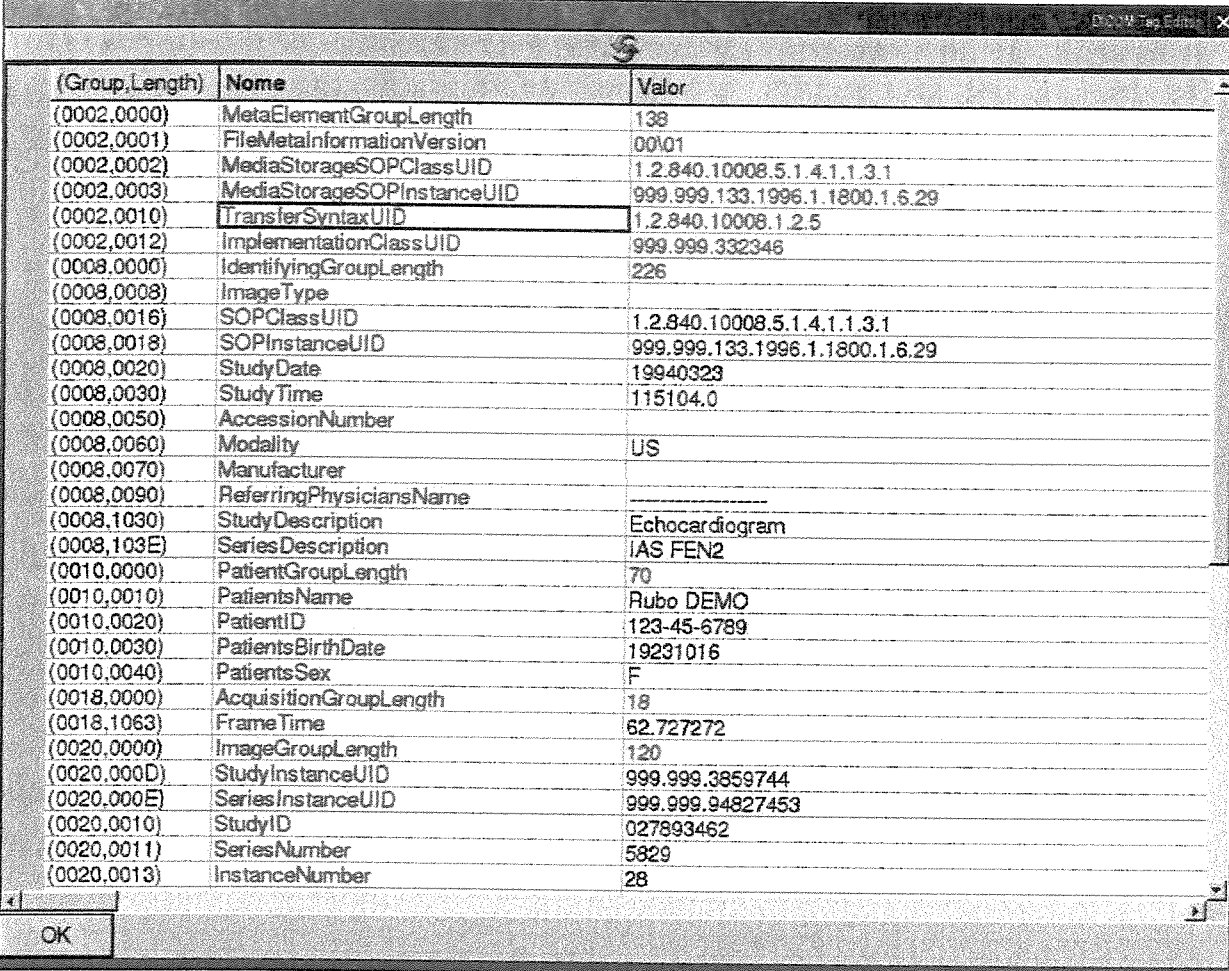
- Res: Resolução da janela que se deseja capturar as imagens. Os valores permitidos são: 160x120, 320x240 e 640x480.
- Sistema: Tipo de sistema que está sendo utilizado. Os valores permitidos são: NTSC e PAL.
- Entrada: Tipo de entrada que se usou para conectar os equipamentos de diagnóstico à placa de captura de vídeo. Os valores possíveis são: Composite e S-Video.
- Ajustar parâmetros da imagem como: brilho, contraste e cor
- Escolher o nome do arquivo DICOM que será salvo após a conclusão do processo de captura das imagens.
- Determinar o tempo máximo do processo de captura.
- Ativar ou desativar o *preview* da imagem.

Com todas as opções corretamente ajustadas, o usuário tem então a opção de iniciar o processo de captura clicando no botão R. Enquanto o sistema está no processo de captura é permitido ao usuário pausar a captura, fazendo com que sejam gravados apenas os trechos que se julgam necessários. Para terminar o processo de captura o usuário deverá clicar no

botão Stop ou então esperar o término do tempo definido anteriormente na tela.

Todo o progresso da captura é mostrado ao usuário e caso ocorra algum erro, o usuário poderá identificá-lo visualizando o estado (*status*) da captura, facilmente visível na janela de captura.

Após o término da captura, o usuário poderá entrar com as informações demográficas do paciente, com as informações relativas ao estudo feito e a série realizada através da janela de edição dos elementos DICOM (Figura 24).



(Group,Length)	Nome	Valor
(0002,0000)	MetaElementGroupLength	138
(0002,0001)	FileMetaInformationVersion	00\01
(0002,0002)	MediaStorageSOPClassUID	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.3.1
(0002,0003)	MediaStorageSOPInstanceUID	999.999.133.1996.1.1800.1.6.29
(0002,0010)	TransferSyntaxUID	1.2.840.10008.1.2.5
(0002,0012)	ImplementationClassUID	999.999.332346
(0008,0000)	IdentifyingGroupLength	226
(0008,0008)	ImageType	
(0008,0016)	SOPClassUID	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.3.1
(0008,0018)	SOPInstanceUID	999.999.133.1996.1.1800.1.6.29
(0008,0020)	StudyDate	19940323
(0008,0030)	StudyTime	115104.0
(0008,0050)	AccessionNumber	
(0008,0060)	Modality	US
(0008,0070)	Manufacturer	
(0008,0090)	ReferringPhysiciansName	
(0008,1030)	StudyDescription	Echocardiogram
(0008,103E)	SeriesDescription	IAS FEN2
(0010,0000)	PatientGroupLength	70
(0010,0010)	PatientsName	Rubo DEMO
(0010,0020)	PatientID	123-45-6789
(0010,0030)	PatientsBirthDate	19231016
(0010,0040)	PatientsSex	F
(0018,0000)	AcquisitionGroupLength	18
(0018,1063)	FrameTime	62.727272
(0020,0000)	ImageGroupLength	120
(0020,000D)	StudyInstanceUID	999.999.3859744
(0020,000E)	SeriesInstanceUID	999.999.94827453
(0020,0010)	StudyID	027893462
(0020,0011)	SeriesNumber	5829
(0020,0013)	InstanceNumber	28

Figura 24: Visualização e Edição dos elementos DICOM

Caso o usuário deseje visualizar imagens, deverá clicar no menu para abrir um arquivo DICOM com imagem. Outras informações que antes não estavam habilitadas agora se tornam ativas, como por exemplo os menus: Informação e Propriedades.

A figura 25 apresenta um exemplo de um arquivo DICOM com apenas uma imagem.

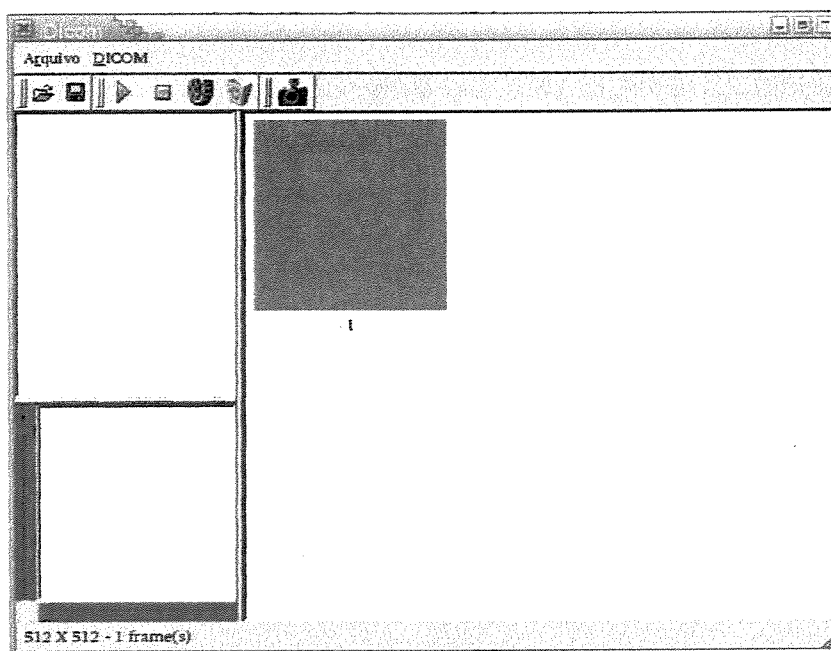


Figura 25: IDicom com apenas uma imagem

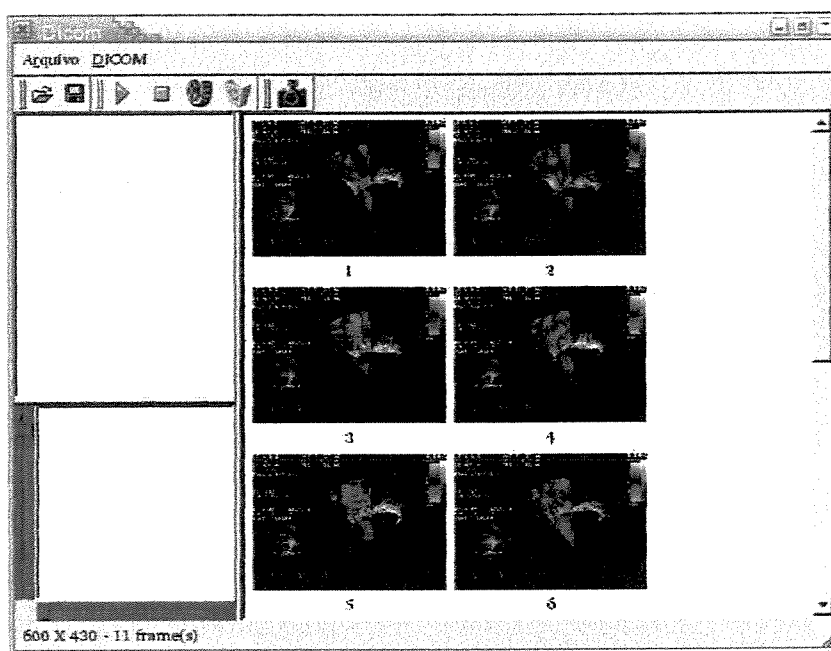


Figura 26: IDicom com várias imagens

Na figura 26 foi carregado um arquivo DICOM multi-quadros, e todas as imagens correspondentes aparecem em miniatura no lado direito da aplicação.

Com um arquivo DICOM aberto, é possível selecionar a imagem que está na janela de

miniatura e escolher, através de um menu, as seguintes opções:

- Visualizar: Abre uma janela para visualizar a imagem no tamanho original, além de ter opções de processamento como zoom e rotacionar a imagem.
- Adicionar no Filme: Adiciona a imagem na lista de quadros que compõem o filme. A lista está localizada na parte superior esquerda da tela principal do sistema.
- Salvar: Exporta a imagem para outro formato de arquivo. As opções são: BMP, JPEG, PPM.
- Propriedades: Mostra as características da imagem tais como: número de colunas, número de linhas, número de quadros, etc. Esse menu é o mesmo do menu DICOM da tela inicial.

Ao se adicionar imagens para a lista do filme, é possível então visualizar o filme no canto inferior esquerdo da tela inicial do sistema, conforme pode ser visto na figura 27. É possível remover imagens específicas da lista clicando com o botão direito do mouse no número do quadro que se deseja remover. Na barra de ferramentas existem botões específicos para o controle do filme, são eles:

- Play
- Stop
- Adicionar todas as imagens à lista do filme
- Limpar a lista de filme

Ao dar um duplo clique com o mouse no filme, o usuário tem a opção de visualizar o filme no tamanho original dos quadros, conforme pode ser visto na figura 28. É dado ainda ao usuário a possibilidade de mudar a velocidade de animação do filme, através da barra de rolagem vertical. A barra de rolagem horizontal é utilizada para mudar a imagem na sequência do filme.

Com o arquivo DICOM carregado, é possível ainda visualizar todos os elementos DICOM do arquivo e ainda editar caso se queira modificar algum deles. Isso é possível através do menu "Informações" e pode ser visto na figura 24.

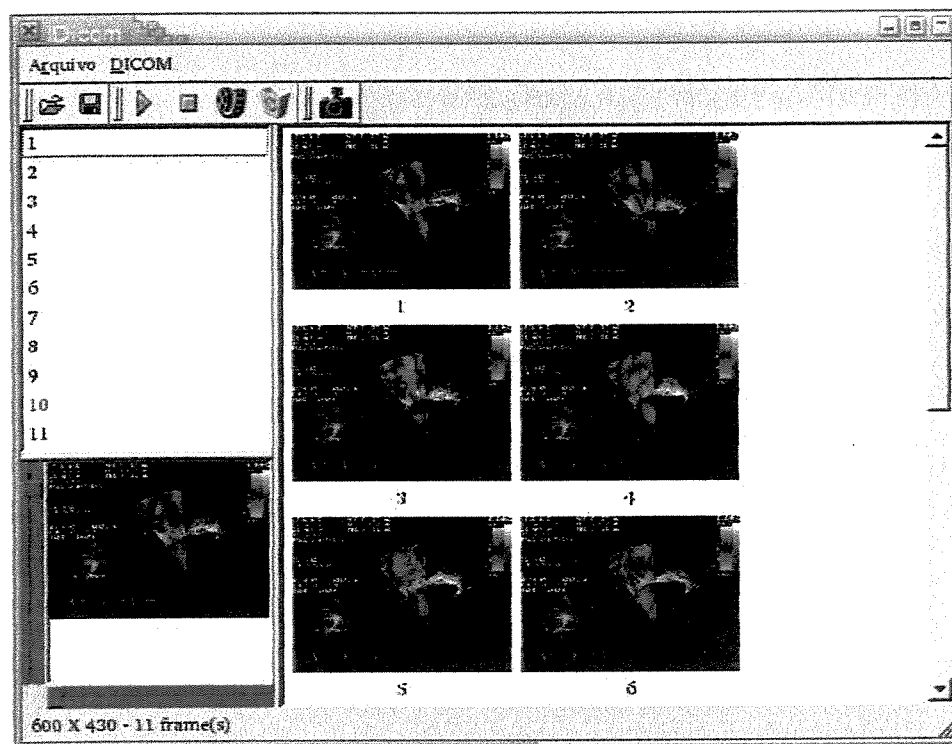


Figura 27: Visualização das imagens e do filme

A figura 29 mostra a janela de visualização de uma imagem. Através dessa janela é possível:

- Aplicar Zoom na imagem
- Redimensionar a imagem de acordo com o tamanho da janela de visualização
- Rotacionar a imagem
- Aplicar janela na Imagem (VOI Window)
- Caso o arquivo DICOM seja multi-quadros é possível mudar os quadros para visualizá-los
- É possível visualizar na mesma janela 2 ou 4 imagens ao mesmo tempo. A figura 30 mostra um exemplo de visualização de 4 imagens ao mesmo tempo.

A figura 31 mostra a janela de transmissão de imagens DICOM para um servidor. O servidor deverá ter a *Store Service Class* para que seja possível o envio da imagem. Antes de

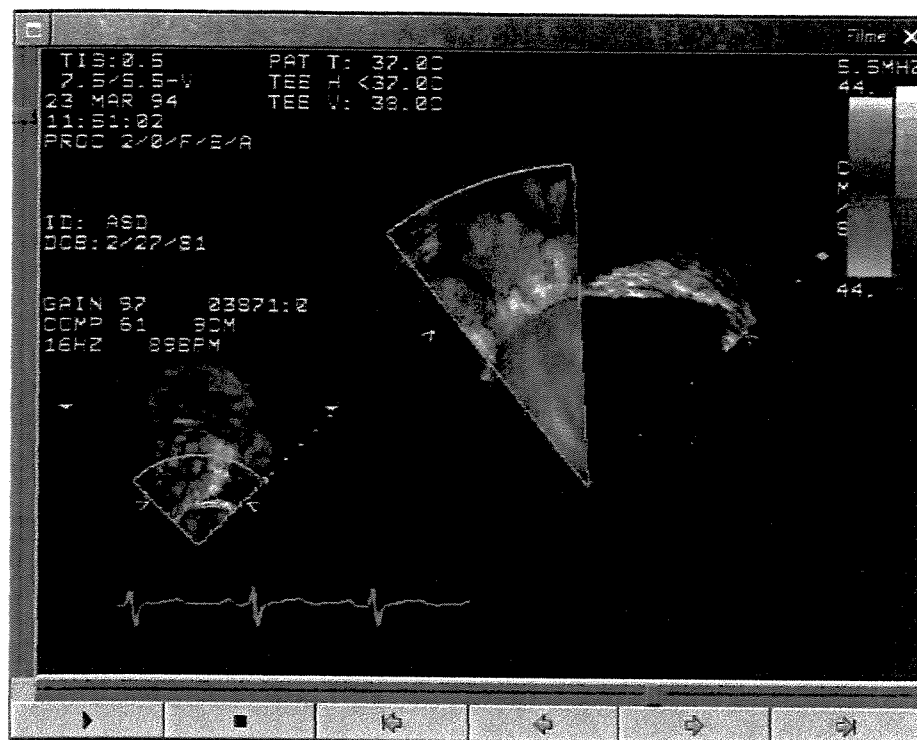


Figura 28: Visualização do filme em tamanho original

começar o processo de envio de imagens, o usuário deverá entrar com alguns dados referentes à associação:

- Nome do arquivo que se deseja enviar (o arquivo deve ser DICOM)
- *Application Title* e *Peer Title* para indicar onde será armazenado no servidor
- *Hostname* e Porta que serão usados para a associação. A porta padrão de um servidor DICOM é 134.
- Timeout. Se timeout for igual a zero então não existirá limite de espera.
- A Sintaxe de Transferência que é usada no arquivo (no caso de arquivos originados da captura pelo IDicom deve ser usada a *JPEG Lossless* como Sintaxe de Transferência)

Após os dados terem sido corretamente digitados o usuário já estará apto a começar o processo de envio de imagem para um servidor DICOM. O usuário é alertado sobre a transmissão na janela de estado.

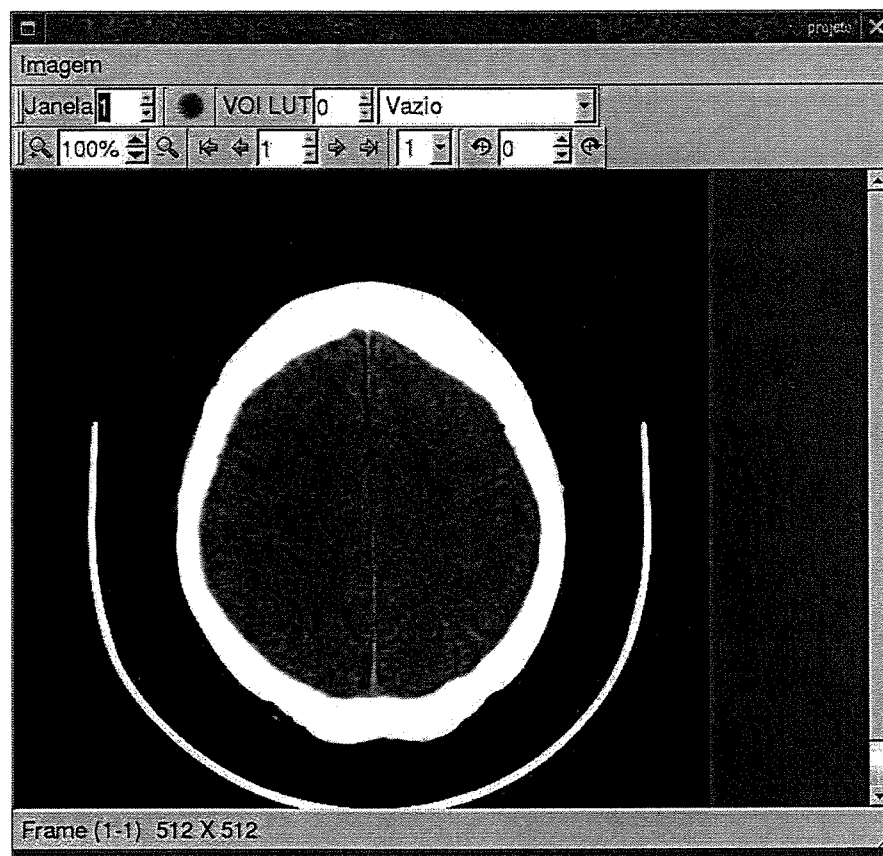


Figura 29: Janela de Visualização de Imagem

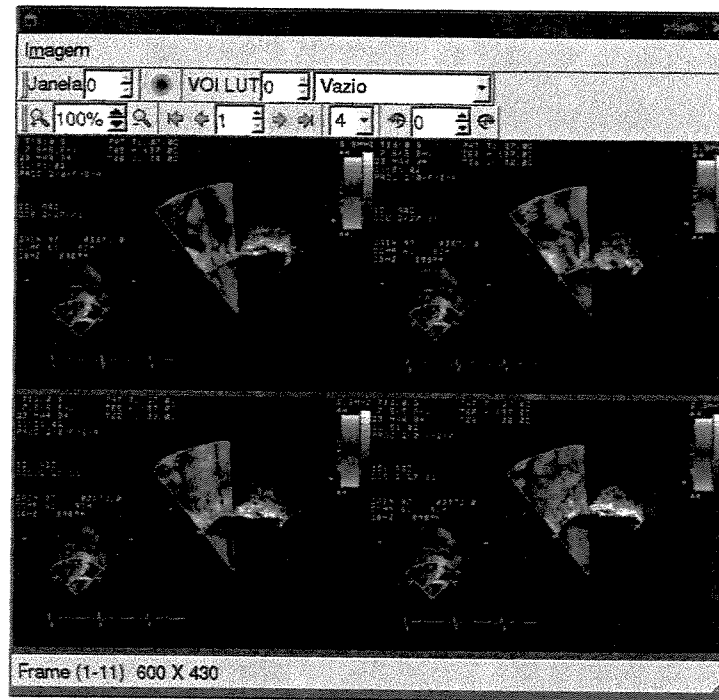


Figura 30: Visualização de quatro imagens

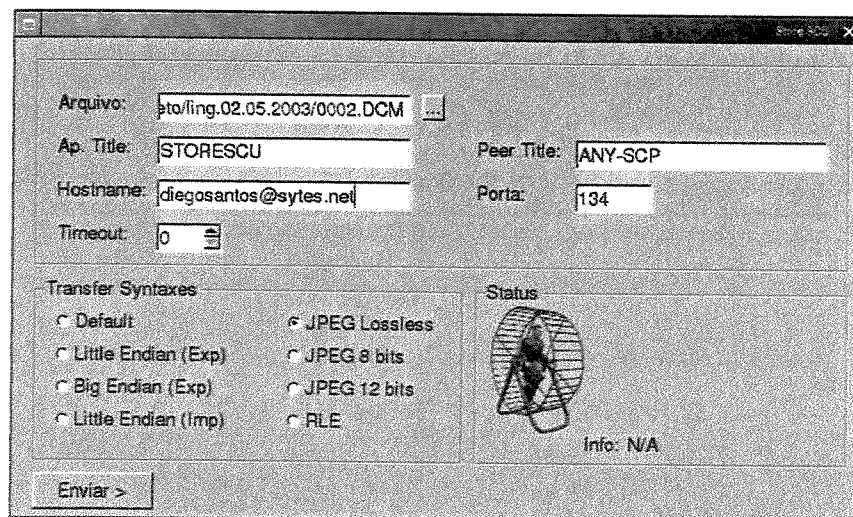


Figura 31: Janela de transmissão de imagem para um servidor DICOM

5.2 Resultados dos Testes de *Software*

Todos os arquivos utilizados no Caso de Teste da Tabela 6 foram processados corretamente pelo IDicom. Foi registrado o tempo de abertura de todas as imagens utilizando o relógio interno do computador. Os resultados do Teste de Visualização para o Caso de Teste da Tabela 6 realizado com o Procedimento de Teste da Tabela 4 podem ser vistos na Tabela 21. Os arquivos em que o tempo de abertura e o número de quadros são iguais a zero ultrapassaram a capacidade de memória do computador e o visualizador acusou erro.

Os resultados do Teste de Visualização do Caso de Teste da Tabela 6 realizado com o Procedimento de Teste da Tabela 5 podem ser vistos na Tabela 22.

O Caso de Teste da tabela 7 foi executado com vários arquivos de diferentes formatos e em todos os testes a resposta obtida foi a esperada, ou seja, uma mensagem de erro.

Os arquivos testados para o Caso de Teste da tabela 8 foram os seguintes : 20, 22, 25, 27, 29, 30, 32, 34, 35 e 37. Para todos os arquivos testados o resultado obtido foi o esperado. Todos os arquivos excederam a capacidade da memória (o computador possui 512Mb de memória RAM, sendo que a memória livre disponível para ser utilizada pelo *software* IDicom é menor, visto que o próprio Sistema Operacional e outros programas que estejam sendo executados na máquina utilizam uma certa quantidade dessa memória), e o sistema apresentou uma mensagem de erro. O tamanho dos arquivos pode ser visualizado na 23. Para o Procedimento de Teste "Abrir arquivo DICOM somente para leitura do *dataset*", todos os arquivos foram lidos corretamente e os resultados podem ser vistos na Tabela 22.

Os resultados do Teste de Captura do Caso de Teste da Tabela 14 poderão ser visualizados na Tabela 23. O Tempo Total de Captura é o tempo de aquisição escolhido pelo usuário somado ao tempo de processamento dos quadros e armazenamento em disco. Todos os quadros capturados foram convertidos para DICOM corretamente.

A Transmissão de imagens para o Caso de Teste da tabela 18 foi testada com todos os arquivos do AnexoB e com os arquivos adquiridos da captura do IDicom (8, 9, 10, 11, 12, 18, 19, 20, 21, 22, 28, 29, 30, 31 e 32). Os resultados obtidos foram os resultados esperados. Para verificar a total eficácia da transmissão, os arquivos transmitidos foram visualizados no próprio IDicom. Todos os arquivos foram processados corretamente. A tabela 24 apresenta o tempo total de transmissão de cada arquivo DICOM e informa se ocorreu algum tipo de erro

Tabela 21: Resultados do Teste de Visualização do Caso de Teste da Tabela 6 realizado com o Procedimento de Teste da Tabela 4

Arquivo	Tempo de Abertura (ms)	Número de Quadros Lidos
1	1854	96
2	2745	137
3	602	11
4	115	1
5	364	12
6	59	1
7	61	1
8	1877	149
9	4813	451
10	9683	900
11	379	30
12	6434	601
13	1709	150
14	4756	451
15	10028	900
16	510	31
17	6404	601
18	4862	150
19	15806	450
20	0	0
21	1963	31
22	0	0
23	6060	150
24	15067	451
25	0	0
26	1397	31
27	0	0
28	19183	151
29	0	0
30	0	0
31	3872	30
32	0	0
33	17597	151
34	0	0
35	0	0
36	4444	30
37	0	0

na transmissão. O *software* informou corretamente ao usuário a ocorrência de erros nos casos da Tabela 24 identificados com a letra S no campo de Ocorrência de Erros. A ocorrência desses erros se deu pela falta de memória do computador que atuou como servidor.

Para o Caso de Teste da tabela 19 foram escolhidos vários arquivos de diferentes formatos não compatíveis com o padrão DICOM. O Sistema acusou erro em todas os arquivos testados, conforme o resultado esperado.

Tabela 22: Resultados do Teste de Visualização do Caso de Teste da Tabela 6 realizado com o Procedimento de Teste da Tabela 5

Arquivo	Tempo de Abertura (ms)
1	7
2	7
3	5
4	3
5	3
6	3
7	3
8	6
9	593
10	1160
11	4
12	16
13	6
14	554
15	1237
16	3
17	17
18	619
19	2264
20	5367
21	189
22	18798
23	817
24	1897
25	3934
26	192
27	15110
28	834
29	1657
30	3618
31	154
32	3673
33	1019
34	2026
35	2760
36	164
37	1751

Para o Caso de Teste da tabela 20 foram feitas várias tentativas de transmissão dos arquivos do Anexo B com os valores dos campos *hostname*, porta e Sintaxe de Transferência errados. Os resultados obtidos foram os resultados esperados, ou seja, o sistema acusou erro em todas as tentativas.

Tabela 23: Resultados do Teste de Captura para o Caso de Teste da Tabela 14

Arquivo:	Resolução	Tempo de Captura(s)	Número de Quadros	Tamanho do Arquivo	Tempo Total de Captura(ms)
CapturaPreview1num1	160x120	5	149	4.4M	5039
CapturaPreview2num1	160x120	15	451	14M	15155
CapturaPreview3num1	160x120	30	900	28M	30252
CapturaPreview4num1	160x120	1	30	922k	1055
CapturaPreview5num1	160x120	20	601	18M	20210
Captura1num1	160x120	5	150	4.4M	5091
Captura2num1	160x120	15	451	13M	15174
Captura3num1	160x120	30	900	30M	30287
Captura4num1	160x120	1	31	996k	1096
Captura5num1	160x120	20	601	19M	20183
CapturaPreview1num2	320x240	5	150	17M	6164
CapturaPreview2num2	320x240	15	450	55M	18344
CapturaPreview3num2	320x240	30	901	94M	35025
CapturaPreview4num2	320x240	1	31	3.7M	1328
CapturaPreview5num2	320x240	120	3596	361M	158785
Captura1num2	320x240	5	151	15M	5228
Captura2num2	320x240	15	450	45M	15903
Captura3num2	320x240	30	900	91M	31080
Captura4num2	320x240	1	31	3.4M	1200
Captura5num2	320x240	120	3597	356M	137352
CapturaPreview1num3	640x480	5	151	70M	27308
CapturaPreview2num3	640x480	15	450	202M	89055
CapturaPreview3num3	640x480	30	712	367M	199975
CapturaPreview4num3	640x480	1	30	15M	6344
CapturaPreview5num3	640x480	20	576	297M	124799
Captura1num3	640x480	5	151	60M	19454
Captura2num3	640x480	15	451	231M	62130
Captura3num3	640x480	30	736	335M	130410
Captura4num3	640x480	1	30	14M	4354
Captura5num3	640x480	20	599	267M	86970

Tabela 24: Resultados do Teste de Transmissão para o Caso de Teste da Tabela 18

Arquivo	Tempo Total (ms)	Ocorreu Erro?
1	2030	N
2	3313	N
3	600	N
4	1248	N
5	1032	N
6	703	N
7	695	N
8	5319	N
9	17451	N
10	34839	N
11	1271	N
12	21768	N
18	20256	N
19	104041	N
20	209480	N
21	5625	N
22	363894	S
28	118973	N
29	855943	N
30	341522	S
31	25963	N
32	341211	S

6 *Discussão*

O *Software* se mostrou eficiente para realizar as funções previstas de captura, visualização e transmissão de imagens. Os testes feitos apresentaram resultados muito bons. De acordo com os testes realizados, pode-se constatar que:

- Dos 37 arquivos utilizados para visualização (retirados da Internet + adquiridos da placa de captura), o IDicom acusou erro em 27% deles. Isso era esperado, visto que, pelo número de quadros que os arquivos possuíam, a capacidade de memória total do computador seria ultrapassada e, portanto, não haveria a possibilidade de sua visualização.
- 100% dos arquivos utilizados para abertura sem imagens, ou seja, somente para visualização e edição do Conjunto de Dados DICOM, foram carregados corretamente.
- Nos testes de captura 100% dos arquivos foram capturados, convertidos para DICOM e armazenados em disco corretamente. O número de quadros variou de 23,7 até 31 quadros por segundo, o que é uma taxa aceitável.
- Do total dos arquivos utilizados para o teste de transmissão de imagens, o *software* acusou erro em 13% deles. Isso se deu pela falta de memória do computador que atuou como servidor. Não dependeu de forma alguma do *software* IDicom. Utilizando um computador como servidor com uma quantidade de memória maior do que a utilizada nos testes, ou um servidor implementado de maneira diferente, o problema seria solucionado. Dependendo da quantidade de memória desse computador, o *software* poderia transmitir um número maior de arquivos com sucesso, sem acusar erro.

A principal vantagem do sistema é o baixo custo em relação aos *softwares* que ele apresenta, já que o sistema foi todo desenvolvido com bibliotecas de *software* livre.

Não se discute aqui o custo de hardware, pois há uma variação muito grande nas configurações possíveis. Considerando-se um microcomputador como o especificado no item 4.1 deste trabalho, seu custo foi de aproximadamente 2 mil dólares, incluindo a Placa de Captura Pinnacle DC10Plus. Pode-se utilizar microcomputadores mais ou menos potentes e outras placas de captura de vídeo (com driver compatível com a V4L do Linux).

O IDicom possui algumas limitações:

- A Captura é limitada pela capacidade de memória do computador. Dessa forma, porém, a captura é realizada com uma maior rapidez, visto que o acesso a memória do computador se dá de forma mais rápida que o acesso a disco.
- A Visualização dos quadros é limitada também pela capacidade de memória. Nessas condições, os testes mostraram que os arquivos retirados da internet foram todos perfeitamente visualizados pelo *software*. Já alguns arquivos adquiridos pelo próprio *software* IDicom não foram possíveis de serem visualizados, pois alguns arquivos possuíam aproximadamente 300Mb comprimidos no formato JPEG sem perdas e a biblioteca utilizada (DCMTK) para manipular os objetos DICOM precisa descomprimir todo o arquivo na memória. Como o computador possui somente 512Mb de memória, a biblioteca acusa erro de falta de memória para realizar a operação de descompressão dos quadros.

Ao se fazer uma comparação do IDicom com o trabalho proposto por Kobayashi et al. (2002), tem-se que:

- O IDicom foi totalmente desenvolvido utilizando as bibliotecas de *software* livre, enquanto que o *software* desenvolvido por Kobayashi et al. (2002) foi implementado no ambiente Windows utilizando *softwares* que necessitam de registro. Para instituições de saúde esse dado é muito importante, visto que cada vez mais elas procuram soluções para seus problemas através de alternativas a um custo baixo e eficiente.
- Nos dois sistemas desenvolvidos a captura das imagens é limitada pela capacidade de memória do computador. No IDicom é possível selecionar brilho, contraste e cor enquanto que no outro sistema essa característica foi removida, segundo Kobayashi et al. (2002) deixando essa função para os equipamentos de diagnóstico médico por imagem. Ter essa característica no *software* é de grande importância, visto que as

imagens podem ser adquiridas de fitas gravadas e, dessa forma, já com os ajustes de brilho, contraste e cor realizados. No IDicom, o clínico pode alterar essas informações em estudos já realizados.

- O IDicom possui um sistema para visualizar as imagens dos arquivos DICOM altamente eficiente. É possível visualizar imagens em miniatura, visualizar animação dos quadros e fazer processamentos como *zoom*, rotação e aplicar janela. No sistema de Kobayashi et al. (2002) só é possível fazer a captura e transmissão das imagens.
- No sistema de Kobayashi et al. (2002) o armazenamento em disco é feito de maneira hierárquica. Foi criada uma árvore de diretórios onde cada diretório armazena os arquivos referentes a um determinado estudo. No IDicom, o diretório para armazenamento é determinado pelo usuário. Isso foi feito porque os arquivos serão armazenados em um servidor remoto, sendo armazenados localmente por um período temporário, até que sejam transmitidos para um servidor remoto.
- O IDicom possui um sistema completo de visualização e edição do Conjunto de Dados e Cabeçalho DICOM. No sistema de Kobayashi et al. (2002) esta opção não foi desenvolvida. A Visualização dessas informações é importante, visto que o Conjunto de Dados incorpora várias informações referentes ao estudo realizado que podem ser de extrema importância para o clínico.

Em relação ao sistema proposto por Madachy et al. (1988) temos que:

- O IDicom foi desenvolvido para integrar os equipamentos antigos de diagnóstico médico por imagem, que possuam saída de vídeo analógica, ao PACS do InCor, utilizando o padrão DICOM. O sistema desenvolvido por Madachy et al. (1988) foi implementado para suprir a necessidade de integração dos equipamentos de ultra-som do PACS da sessão de Pediatria do Departamento de Ciências Radiológicas da UCLA, utilizando um padrão para armazenamento de imagens proprietário, não sendo o padrão DICOM.
- A principal vantagem do sistema de Madachy et al. (1988) é o reconhecimento de caracteres dos quadros capturados para obter os dados do paciente. No IDicom, essa informação é inserida manualmente através da edição do Conjunto de Dados DICOM.
- O sistema só permite a captura e transmissão das imagens, não sendo possível a visualização das mesmas. Como não possui DICOM como padrão (por ser um sistema

antigo), ele só pode ser utilizado no PACS da UCLA, enquanto que o IDicom pode ser utilizado em qualquer PACS que possui DICOM como padrão.

7 *Conclusões e Possibilidades Futuras*

7.1 Considerações Finais

O objetivo principal do desenvolvimento de uma ferramenta capaz de realizar a aquisição de imagens dos equipamentos antigos de diagnóstico médico que tenham saída em vídeo, conversão para o formato DICOM e transmissão para um servidor remoto de armazenamento de imagens foi atingido. O sistema permite a integração dos equipamentos de diagnóstico médico antigos por imagem ao PACS da instituição. O Sistema desenvolvido oferece algumas vantagens em relação aos sistemas propostos já existentes:

- O Custo para desenvolver o sistema proposto é muito pequeno. As ferramentas utilizadas no desenvolvimento foram todas de domínio público.
- Os sistemas propostos anteriormente realizavam apenas a aquisição e transmissão das imagens. Não existia processamento das imagens para visualização. O IDicom possui um sistema de visualização satisfatório, incluindo visualização em miniatura das imagens e visualização de animação (caso arquivos multi-quadros).

Embora testado somente com imagens de equipamento de ecocardiografia, o IDicom pode ser utilizado para adquirir outras modalidades de imagens médicas (CT, MR) geradas para gravação em videocassete.

7.2 Possibilidades Futuras

Abaixo estão citadas algumas características que podem ser implementadas futuramente:

- Fazer a conversão das imagens adquiridas da placa de captura diretamente para disco, evitando assim que a captura fique limitada pela capacidade de memória do computador
- Implementar processamento de Imagens com a possibilidade de cálculo de distância, área e reconhecimento de caracteres
- Visualização de *Overlays* nas Imagens adquiridas de outras fontes (internet) caso existam
- Transmissão de vários arquivos ao mesmo tempo para um servidor remoto

Referências

- BERTOZZO, N.; FURUIE, S. S. *Sistema de Armazenamento e Distribuição de Imagens Médicas do PACS InCor*. [S.l.], 2003. Disponível em: <<http://www.avesta.com.br/anais/dados/trabalhos/274.pdf>>. Acesso em: 15 de Agosto de 2003.
- CENARIO. *Cenário de Pacs no Brasil*. [S.l.], 2002. Disponível em: <<http://www.whitesand.com.br/bra/why.htm>>. Acesso em: 13 de Agosto de 2002.
- FARIA, G. S. *Breve História da Radiologia*. [S.l.], 2003. Disponível em: <<http://www.srmg.org.br/Historia.htm>>. Acesso em: 5 de Fevereiro de 2003.
- FÍSICA. *Aplicações Modernas dos Raios-X Na Medicina*. [S.l.], 2003. Disponível em: <<http://www.fisica.ufc.br/raiosx-4.htm>>. Acesso em: 5 de Fevereiro de 2003.
- FURUIE, S. S.; BERTOZZO, N.; YAMAGUTI, M.; GUTIERREZ, M. A. A flexible storage architecture for large pacs. In: PROCEEDINGS OF THE ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IEEE. [S.l.], 2002. p. 405–408.
- GORISSEN, B. *DICOM in a Nutshell*. [S.l.: s.n.], 1997.
- HORII, S. C. *A Nontechnical Introduction to DICOM*. 2002. Disponível em: <<http://www.rsna.org/REG/practiceres/dicom/nontechintro.html>>. Acesso em: 5 de agosto de 2002.
- JACOBSON, I.; CHRISTERSON, M.; JONSSON, P.; ÔVERGAARD, G. *Object-Oriented Software Engineering. A Use Case Driven Approach*. [S.l.]: Addison-Wesley, 1996.
- KIM, Y.; HORII, S. C. *Handbook of Medical Imaging. Volume 3. Display and PACS*. Bellingham, Washington: SPIE Press, 2000.
- KIMURA, M. Pacs, ris, his - each as part of allied healthcare information system. In: IMAGE MANAGEMENT AND COMMUNICATION (IMAC) IN PATIENT CARE: NEW TECHNOLOGIES FOR BETTER PATIENT CARE. INTERNATIONAL CONFERENCE. [S.l.], 1991. p. 206–210.
- KOBAYASHI, L. O. M.; FURUIE, S. S.; GUTIERREZ, M. A. Integração de modalidades utilizando um sistema de aquisição, armazenamento e transmissão de imagens médicas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA, XVIII., 2002. São José dos Campos-SP, 2002. v. 5, p. 271–275.

- LEADTOOLS. *Leadtools Dicom File Format Support*. 2001. Disponível em: <<http://www.leadtools.com/SDK/Medical/DICOM/dicomovr.htm>>. Acesso em: 2 de março de 2001.
- MADACHY, R. J.; PARK, K. S.; MANKOVICH, N. J. Automatic digital ultrasound image acquisition and networking. In: PROCEEDINGS OF THE ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE IEEE, 1988. [S.l.], 1988. v. 3, p. 1450.
- MATOS, A. L. M.; RIBEIRO, L. T.; CARITÁ, E. C.; MARQUES, P. M. A. *Visualizador de Imagens DICOM para um Ambiente Hospitalar*. [S.l.], 2003. Disponível em: <<http://www.avesta.com.br/anais/dados/trabalhos/382.pdf>>. Acesso em: 15 de abril de 2003.
- NEMA. *NEMA Homepage*. [S.l.], 2002. Disponível em: <<http://medical.nema.org>>. Acesso em: 23 de Agosto de 2002.
- NEMA. *Digital Imaging and Communications in Medicine. Data Dictionary. PS 3.6-2003*. Rosslyn, Virginia USA: National Electrical Manufacturers Association, 2003.
- NEMA. *Digital Imaging and Communications in Medicine. Data Structures and Encoding. PS 3.5-2003*. Rosslyn, Virginia USA: National Electrical Manufacturers Association, 2003.
- NEMA. *Digital Imaging and Communications in Medicine. Information Object Definition. PS 3.3-2003*. Rosslyn, Virginia USA: National Electrical Manufacturers Association, 2003.
- NEMA. *Digital Imaging and Communications in Medicine. Introduction and Overview. PS 3.1-2003*. Rosslyn, Virginia USA: National Electrical Manufacturers Association, 2003.
- NEMA. *Digital Imaging and Communications in Medicine. Message Exchange. PS 3.7-2003*. Rosslyn, Virginia USA: National Electrical Manufacturers Association, 2003.
- NEMA. *Digital Imaging and Communications in Medicine. Network Communication Support for Message Exchange. PS 3.8-2003*. Rosslyn, Virginia USA: National Electrical Manufacturers Association, 2003.
- NETO, J. F.; ALCOCER, P. R. C. Compressão de imagens médicas utilizando a técnica jpeg-dpcm. In: FÓRUM NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM SAÚDE, IV., 1998. Curitiba, 1998. p. 411-412.
- OFFIS. *Introduction to the Dicom Standard*. 2001. Disponível em: <<http://dicom.offis.de>>. Acesso em: 3 de março de 2001.
- PHILIPS. *DICOM Cookbook*. [S.l.: s.n.], 1997.
- PRIOR, F. W. *The Dicom Standard*. 2001. Disponível em: <<http://www.dicomanalyser.co.uk/html/introduction.htm>>. Acesso em: 2 de março de 2001.

RATIB. *From PACS to the World Wide Web*. 1997. Disponível em: <http://www.hon.ch/Library/papers/ratib_t.html>. Acesso em: 7 de Outubro de 2002.

SANTOS, M.; RUIZ, E. E. S. Distribuição de imagens médicas com uso de tecnologias web: Um servidor e cliente dicom. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA, XVIII., 2002. São José dos Campos-SP, 2002. v. 5, p. 253–257.

SHENG, L. O. R.; GARCIA, H. M. C. Information management in hospitals: an integrating approach. In: COMPUTERS AND COMMUNICATIONS. ANNUAL INTERNATIONAL INTERNATIONAL PHOENIX CONFERENCE. [S.l.], 1990. p. 296–303.

TROLLTECH. *Trooltech Homepage*. 2002. Disponível em: <<http://www.troll.no>>. Acesso em: 5 de Abril de 2001.

WEBB, S. *The Physics of Medical Imaging. (Medical Science Series)*. Bristol: Institute of Physics Publishing, 1988.

Anexo A - Presentation Contexts

Presentation Contexts:

Context ID: 1 (Proposed)
Abstract Syntax: =AmbulatoryECGWaveformStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit

Context ID: 3 (Proposed)
Abstract Syntax: =BasicTextSR
Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit

Context ID: 5 (Proposed)
Abstract Syntax: =BasicVoiceAudioWaveformStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit

Context ID: 7 (Proposed)
Abstract Syntax: =CTImageStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit

Context ID: 9 (Proposed)
Abstract Syntax: =CardiacElectrophysiologyWaveformStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit

Context ID: 11 (Proposed)
Abstract Syntax: =ComprehensiveSR
Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit

Context ID: 13 (Proposed)
Abstract Syntax: =ComputedRadiographyImageStorage

Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit
 Context ID: 15 (Proposed)
 Abstract Syntax: =DigitalIntraOralXRayImageStorageForPresentation
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit
 Context ID: 17 (Proposed)
 Abstract Syntax: =DigitalIntraOralXRayImageStorageForProcessing
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit
 Context ID: 19 (Proposed)
 Abstract Syntax: =DigitalMammographyXRayImageStorageForPresentation
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit
 Context ID: 21 (Proposed)
 Abstract Syntax: =DigitalMammographyXRayImageStorageForProcessing
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit
 Context ID: 23 (Proposed)
 Abstract Syntax: =DigitalXRayImageStorageForPresentation
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit
 Context ID: 25 (Proposed)
 Abstract Syntax: =DigitalXRayImageStorageForProcessing
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit
 Context ID: 27 (Proposed)
 Abstract Syntax: =EnhancedMRImageStorage
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit
 Context ID: 29 (Proposed)

Abstract Syntax: =EnhancedSR
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit
 Context ID: 31 (Proposed)
 Abstract Syntax: =GeneralECGWaveformStorage
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit
 Context ID: 33 (Proposed)
 Abstract Syntax: =GrayscaleSoftcopyPresentationStateStorage
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit
 Context ID: 35 (Proposed)
 Abstract Syntax: =HardcopyColorImageStorage
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit
 Context ID: 37 (Proposed)
 Abstract Syntax: =HardcopyGrayscaleImageStorage
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit
 Context ID: 39 (Proposed)
 Abstract Syntax: =HemodynamicWaveformStorage
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit
 Context ID: 41 (Proposed)
 Abstract Syntax: =KeyObjectSelectionDocument
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit
 Context ID: 43 (Proposed)
 Abstract Syntax: =MRImageStorage
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit

Context ID: 45 (Proposed)
 Abstract Syntax: =MRSpectroscopyStorage
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit

Context ID: 47 (Proposed)
 Abstract Syntax: =MammographyCADSR
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit

Context ID: 49 (Proposed)
 Abstract Syntax: =MultiframeGrayscaleByteSecondaryCaptureImageStorage
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit

Context ID: 51 (Proposed)
 Abstract Syntax: =MultiframeGrayscaleWordSecondaryCaptureImageStorage
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit

Context ID: 53 (Proposed)
 Abstract Syntax: =MultiframeSingleBitSecondaryCaptureImageStorage
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit

Context ID: 55 (Proposed)
 Abstract Syntax: =MultiframeTrueColorSecondaryCaptureImageStorage
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit

Context ID: 57 (Proposed)
 Abstract Syntax: =NuclearMedicineImageStorage
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit

Context ID: 59 (Proposed)
 Abstract Syntax: =PETCurveStorage
 Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit

```

    =LittleEndianImplicit
Context ID:          61 (Proposed)
Abstract Syntax: =PETImageStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          63 (Proposed)
Abstract Syntax: =RETIRED_NuclearMedicineImageStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          65 (Proposed)
Abstract Syntax: =RETIRED_UltrasoundImageStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          67 (Proposed)
Abstract Syntax: =RETIRED_UltrasoundMultiframeImageStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          69 (Proposed)
Abstract Syntax: =RETIRED_XRayAngiographicBiPlaneImageStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          71 (Proposed)
Abstract Syntax: =RTBeamsTreatmentRecordStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          73 (Proposed)
Abstract Syntax: =RTBrachyTreatmentRecordStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          75 (Proposed)
Abstract Syntax: =RTDoseStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit

```

```

    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          77 (Proposed)
Abstract Syntax: =RTImageStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          79 (Proposed)
Abstract Syntax: =RTPlanStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          81 (Proposed)
Abstract Syntax: =RTStructureSetStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          83 (Proposed)
Abstract Syntax: =RTTreatmentSummaryRecordStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          85 (Proposed)
Abstract Syntax: =RawDataStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          87 (Proposed)
Abstract Syntax: =SecondaryCaptureImageStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          89 (Proposed)
Abstract Syntax: =StandaloneCurveStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          91 (Proposed)
Abstract Syntax: =StandaloneModalityLUTStorage
Proposed Transfer Syntax(es):

```

```

    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          93 (Proposed)
Abstract Syntax: =StandaloneOverlayStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          95 (Proposed)
Abstract Syntax: =StandaloneVOILUTStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          97 (Proposed)
Abstract Syntax: =StoredPrintStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          99 (Proposed)
Abstract Syntax: =TwelveLeadECGWaveformStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          101 (Proposed)
Abstract Syntax: =UltrasoundImageStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          103 (Proposed)
Abstract Syntax: =UltrasoundMultiframeImageStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          105 (Proposed)
Abstract Syntax: =VLEndoscopicImageStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
    =LittleEndianExplicit
    =BigEndianExplicit
    =LittleEndianImplicit
Context ID:          107 (Proposed)
Abstract Syntax: =VLMicroscopicImageStorage

```

Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit
Context ID: 109 (Proposed)
Abstract Syntax: =VLPhotographicImageStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit
Context ID: 111 (Proposed)
Abstract Syntax: =VLSlideCoordinatesMicroscopicImageStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit
Context ID: 113 (Proposed)
Abstract Syntax: =XRayAngiographicImageStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit
Context ID: 115 (Proposed)
Abstract Syntax: =XRayFluoroscopyImageStorage
Proposed Transfer Syntax(es):
 =LittleEndianExplicit
 =BigEndianExplicit
 =LittleEndianImplicit

Anexo B - Arquivos Utilizados nos Testes do Software

Todo o conteúdo do dataset dos arquivos que foram utilizados nos testes do IDicom estão representados a seguir.

Nome do Arquivo: 0002.DCM

```
# Dicom-File-Format

# Dicom-Meta-Information-Header
# Used TransferSyntax: LittleEndianExplicit
(0002,0000) UL 150 # 4, 1 MetaElementGroupLength
(0002,0001) OB 00'01 # 2, 1 FileMetaInformationVersion
(0002,0002) UI =XRayAngiographicImageStorage # 28, 1 MediaStorageSOPClassUID
(0002,0003) UI [1.3.12.2.1107.5.4.3.321890.19960124.162922.29] # 46, 1 MediaStorageSOPInstanceUID
(0002,0010) UI =JPEGBaseline # 22, 1 TransferSyntaxUID
(0002,0012) UI [999.999] # 8, 1 ImplementationClassUID

# Dicom-Data-Set
# Used TransferSyntax: JPEG Baseline
(0008,0008) CS [DERIVED\PRIMARY\SINGLE PLANE\SINGLE A] # 38, 4 ImageType
(0008,0016) UI =XRayAngiographicImageStorage # 28, 1 SOPClassUID
(0008,0018) UI [1.3.12.2.1107.5.4.3.321890.19960124.162922.29] # 46, 1 SOPInstanceUID
(0008,0020) DA [19941013] # 8, 1 StudyDate
(0008,0030) TM [141917] # 6, 1 StudyTime
(0008,0050) SH (no value available) # 0, 0 AccessionNumber
(0008,0060) CS [XA] # 2, 1 Modality
(0008,0070) LO (no value available) # 0, 0 Manufacturer
(0008,0080) LO (no value available) # 0, 0 InstitutionName
(0008,0081) ST (no value available) # 0, 0 InstitutionAddress
(0008,0090) PN (no value available) # 0, 0 ReferringPhysiciansName
(0008,1030) LO (no value available) # 0, 0 StudyDescription
(0008,1050) PN (no value available) # 0, 0 PerformingPhysiciansName
(0008,2110) CS [01] # 2, 1 RETIRED_LossyImageCompression
(0008,2112) SQ (Sequence undefined length #=1) # u/1, 1 SourceImageSequence
    (ffe,e000) na (Item with undefined length #=2) # u/1, 1 Item
        (0008,1150) UI =XRayAngiographicImageStorage # 28, 1 ReferencedSOPClassUID
        (0008,1155) UI [1.3.12.2.1107.5.4.3.321890.19960124.162922.28] # 46, 1 ReferencedSOPInstanceUID
    (ffe,e00d) na (ItemDelimitationItem) # 0, 0 ItemDelimitationItem
(ffe,e0dd) na (SequenceDelimitationItem) # 0, 0 SequenceDelimitationItem
(0009,0010) LD [CARDIO-SMS 1.0] # 14, 1 PrivateCreator
(0009,1002) OB 00'00'00'01'00'00'00'01'00'00'00'00'00'00'00'00'00'00'00'00... # 904, 1 Unknown Tag & Data
(0009,1003) OB 00'00'00'00'30'30'30'30'30'30'30'30'30'30'30'30'30'30'00'10... # 528, 1 Unknown Tag & Data
(0009,1005) OB 00'00'0f'00'00'00'00'00'60'00'00'00'02'00'00'04'b0'00'00'00'28'00'00... # 24, 1 Unknown Tag & Data
(0010,0010) PN [Rubo DEMO] # 12, 1 PatientsName
(0010,0020) LD [556342B] # 8, 1 PatientID
(0010,0030) DA [19951025] # 8, 1 PatientsBirthDate
(0010,0040) CS [M] # 2, 1 PatientsSex
(0018,0060) DS (no value available) # 0, 0 KVP
(0018,1063) DS [33] # 2, 1 FrameTime
(0018,1152) IS (no value available) # 0, 0 Exposure
```

Nome do Arquivo: 0009.DCM

88


```

(0002,0002) UI =XRayAngiographicImageStorage # 28, 1 MediaStorageSOPClassUID
(0002,0003) UI [1.3.12.2.1107.5.4.3.11540117440512.19970422.140030.6] # 52, 1 MediaStorageSOPInstanceUID
(0002,0010) UI =JPEGBaseline # 22, 1 TransferSyntaxUID
(0002,0012) UI [1.3.12.2.1107.5.4.3.2] # 22, 1 ImplementationClassUID
(0002,0016) AE [SIEMENS:DCR 1.50] # 16, 1 SourceApplicationEntityTitle

# DICOM-Data-Set
# Used TransferSyntax: JPEG Baseline
(0008,0005) CS [ISO_IR 100] # 10, 1 SpecificCharacterSet
(0008,0008) CS [DERIVED\PRIMARY\SINGLE PLANE\SINGLE A] # 38, 4 ImageType
(0008,0016) UI =XRayAngiographicImageStorage # 28, 1 SOPClassUID
(0008,0018) UI [1.3.12.2.1107.5.4.3.11540117440512.19970422.140030.6] # 52, 1 SOPInstanceUID
(0008,0020) DA [19970422] # 8, 1 StudyDate
(0008,0030) TM [131047] # 6, 1 StudyTime
(0008,0050) SH (no value available) # 0, 0 AccessionNumber
(0008,0060) CS [XA] # 2, 1 Modality
(0008,0070) LO (no value available) # 0, 0 Manufacturer
(0008,0080) LO [Somewhere] # 24, 1 InstitutionName
(0008,0081) ST (no value available) # 0, 0 InstitutionAddress
(0008,0090) PN (no value available) # 0, 0 ReferringPhysiciansName
(0008,1030) LO (no value available) # 0, 0 StudyDescription
(0008,1050) PN (no value available) # 0, 0 PerformingPhysiciansName
(0008,2112) SQ (Sequence undefined length #=1) # u/1, 1 SourceImageSequence
    (ffff,e000) na (Item with undefined length #=2) # u/1, 1 Item
        (0008,1150) UI =XRayAngiographicImageStorage # 28, 1 ReferencedSOPClassUID
        (0008,1155) UI [1.3.12.2.1107.5.4.3.11540117440512.19970422.140030.5] # 52, 1 ReferencedSOPInstanceUID
    (ffff,e00d) na (ItemDelimitationItem) # 0, 0 ItemDelimitationItem
(ffff,e0dd) na (SequenceDelimitationItem) # 0, 0 SequenceDelimitationItem
(0009,0010) LD [CARDIO-SMS 1.0] # 14, 1 PrivateCreator
(0009,1002) OB 00\00\00\02\00\00\00\01\00\00\00\01\00\00\00\00\00\00\00\01\00\00... # 904, 1 Unknown Tag & Data
(0009,1003) OB 00\00\00\00\31\39\39\37\30\34\32\32\00\00\31\33\31\30\34\37\00\00... # 528, 1 Unknown Tag & Data
(0010,0010) PN [Rubo DEMO] # 10, 1 PatientsName
(0010,0020) LO [D97258/11053] # 12, 1 PatientID
(0010,0030) DA (no value available) # 0, 0 PatientsBirthDate
(0010,0040) CS [M] # 2, 1 PatientsSex
(0018,0060) DS (no value available) # 0, 0 KVP
(0018,1063) DS [40] # 2, 1 FrameTime
(0018,1152) IS (no value available) # 0, 0 Exposure
(0018,1155) CS [GR] # 2, 1 RadiationSetting
(0018,1500) CS (no value available) # 0, 0 PositionerMotion
(0018,1510) DS [-30.1] # 6, 1 PositionerPrimaryAngle
(0018,1511) DS [1.8] # 4, 1 PositionerSecondaryAngle
(0019,0010) LD [CARDIO-D.R. 1.0] # 16, 1 PrivateCreator
(0019,1030) UL 262144 # 4, 1 Unknown Tag & Data
(0020,000d) UI [1.3.12.2.1107.5.4.3.11540117440512.19970422.140030.45] # 54, 1 StudyInstanceUID
(0020,000e) UI [1.3.12.2.1107.5.4.3.11540117440512.19970422.140030.46] # 54, 1 SeriesInstanceUID
(0020,0010) SH [UNKNOWN] # 8, 1 StudyID
(0020,0011) IS [1] # 2, 1 SeriesNumber
(0020,0013) IS [1] # 2, 1 InstanceNumber
(0020,0020) CS (no value available) # 0, 0 PatientOrientation
(0020,4000) LT [Hicor DCM] # 10, 1 ImageComments
(0021,0010) LD [CARDIO-D.R. 1.0] # 16, 1 PrivateCreator
(0021,1013) IS [1] # 2, 1 Unknown Tag & Data
(0028,0002) US 1 # 2, 1 SamplesPerPixel
(0028,0004) CS [MONOCHROME2] # 12, 1 PhotometricInterpretation
(0028,0008) IS [137] # 4, 1 NumberOfFrames
(0028,0009) AT 000(18,1063) # 4, 1 FrameIncrementPointer
(0028,0010) US 512 # 2, 1 Rows
(0028,0011) US 512 # 2, 1 Columns
(0028,0100) US 8 # 2, 1 BitsAllocated
(0028,0101) US 8 # 2, 1 BitsStored
(0028,0102) US 7 # 2, 1 HighBit
(0028,0103) US 0 # 2, 1 PixelRepresentation
(0028,1040) CS [LIN] # 4, 1 PixelIntensityRelationship
(0028,1050) DS [128] # 4, 1 WindowCenter
(0028,1051) DS [256] # 4, 1 WindowWidth
(0028,2110) CS [01] # 2, 1 LossyImageCompression
(0028,6040) US 2\18\34\51\67\84\101\118\135 # 18, 9 RWavePointer

```

Nome do Arquivo: 0020.DCM

90

```

(0020,4000) LT [IAS FEN2] # 16, 1 ImageComments
(0028,0000) UL 1754 # 4, 1 ImagePresentationGroupLength
(0028,0002) US 1 # 2, 1 SamplesPerPixel
(0028,0004) CS [PALETTE COLOR] # 14, 1 PhotometricInterpretation
(0028,0008) IS [11] # 2, 1 NumberOfFrames
(0028,0009) AT 000(18,1063) # 4, 1 FrameIncrementPointer
(0028,0010) US 430 # 2, 1 Rows
(0028,0011) US 600 # 2, 1 Columns
(0028,0100) US 8 # 2, 1 BitsAllocated
(0028,0101) US 8 # 2, 1 BitsStored
(0028,0102) US 7 # 2, 1 HighBit
(0028,0103) US 0 # 2, 1 PixelRepresentation
(0028,1101) US 256\0\16 # 6, 3 RedPaletteColorLookupTableDescriptor
(0028,1102) US 256\0\16 # 6, 3 GreenPaletteColorLookupTableDescriptor
(0028,1103) US 256\0\16 # 6, 3 BluePaletteColorLookupTableDescriptor
(0028,1199) UI [999.999.389972238] # 18, 1 PaletteColorLookupTableUID
(0028,1201) OW 0000\0200\0400\0700\0a00\0c00\0f00\1100\1300\1700\1900\1c00\1e00... # 512, 1 RedPaletteColorLookupTableData
(0028,1202) OW 0000\0200\0400\0700\0a00\0c00\0f00\1100\1300\1700\1900\1c00\1e00... # 512, 1 GreenPaletteColorLookupTableData
(0028,1203) OW 0000\0200\0400\0700\0a00\0c00\0f00\1100\1300\1700\1900\1c00\1e00... # 512, 1 BluePaletteColorLookupTableData
(7fe0,0010) OB (PixelSequence #=12) # u/1, 1 PixelData

```

Nome do Arquivo: US-RGB-8-EPICARD

Dicom-File-Format

Dicom-Meta-Information-Header

Used TransferSyntax: LittleEndianExplicit

```

(0002,0000) UL 204 # 4, 1 MetaElementGroupLength
(0002,0001) OB 00\01 # 2, 1 FileMetaInformationVersion
(0002,0002) UI =UltrasoundImageStorage # 28, 1 MediaStorageSOPClassUID
(0002,0003) UI [1.2.840.1136190195280574824680000700.3.0.1.19970424140438] # 58, 1 MediaStorageSOPInstanceUID
(0002,0010) UI =BigEndianExplicit # 20, 1 TransferSyntaxUID
(0002,0012) UI [1.2.276.0.7230010.3.0.3.1.1] # 28, 1 ImplementationClassUID
(0002,0013) SH [OFFIS-DCMTK-311] # 16, 1 ImplementationVersionName

```

Dicom-Data-Set

Used TransferSyntax: BigEndianExplicit

```

(0008,0000) UL 308 # 4, 1 IdentifyingGroupLength
(0008,0008) CS [ORIGINAL\PRIMARY\EPICARDIAL] # 28, 3 ImageType
(0008,0016) UI =UltrasoundImageStorage # 28, 1 SOPClassUID
(0008,0018) UI [1.2.840.1136190195280574824680000700.3.0.1.19970424140438] # 58, 1 SOPInstanceUID
(0008,0020) DA [1997.04.24] # 10, 1 StudyDate
(0008,0030) TM [14:04:38] # 8, 1 StudyTime
(0008,0060) CS [US] # 2, 1 Modality
(0008,0070) LD [G.E. Medical Systems] # 20, 1 Manufacturer
(0008,0080) LD [GE MEDICAL SYSTEMS] # 18, 1 InstitutionName
(0008,1010) SH [mvme87] # 6, 1 StationName
(0008,1090) LD [LOGIQ 700] # 10, 1 ManufacturersModelName
(0008,2122) IS [0] # 2, 1 StageNumber
(0008,2124) IS [1] # 2, 1 NumberOfStages
(0008,2128) IS [0] # 2, 1 ViewNumber
(0008,212a) IS [1] # 2, 1 NumberOfViewsInStage
(0010,0000) UL 18 # 4, 1 PatientGroupLength
(0010,0010) PN [Anonymized] # 10, 1 PatientsName
(0018,0000) UL 28 # 4, 1 AcquisitionGroupLength
(0018,1000) LD [4131101] # 8, 1 DeviceSerialNumber
(0018,1020) LD [R6.1] # 4, 1 SoftwareVersions
(0020,0000) UL 134 # 4, 1 ImageGroupLength
(0020,0004) UI [1.2.840.113619.2.21.848.246800003.0.1952805748.3] # 48, 1 StudyInstanceUID
(0020,000e) UI [1.2.840.113619.2.21.24680000.700.0.1952805748.3.0] # 50, 1 SeriesInstanceUID
(0020,0011) IS [0] # 2, 1 SeriesNumber
(0020,0013) IS [1] # 2, 1 InstanceNumber
(0028,0000) UL 92 # 4, 1 ImagePresentationGroupLength
(0028,0002) US 3 # 2, 1 SamplesPerPixel
(0028,0004) CS [RGB] # 4, 1 PhotometricInterpretation

```



```

(7fe0,0000) UL 920084 # 4, 1 PixelDataGroupLength
(7fe0,0010) OB (PixelSequence #=13) # u/1, 1 PixelData

```

Nome do Arquivo: CT-MONO2-16-brain

Dicom-File-Format

Dicom-Meta-Information-Header

Used TransferSyntax: LittleEndianExplicit

```

(0002,0000) UL 194 # 4, 1 MetaElementGroupLength
(0002,0001) OB 00\01 # 2, 1 FileMetaInformationVersion
(0002,0002) UI =CTImageStorage # 26, 1 MediaStorageSOPClassUID
(0002,0003) UI [2.16.840.1.113662.2.1.4519.41582.4105152.419990505.410523251] # 60, 1 MediaStorageSOPInstanceUID
(0002,0010) UI =LittleEndianExplicit # 20, 1 TransferSyntaxUID
(0002,0012) UI [2.16.840.1.113662.2.1.1] # 24, 1 ImplementationClassUID
(0002,0016) AE [PHOENIXSCP] # 10, 1 SourceApplicationEntityTitle

```

Dicom-Data-Set

Used TransferSyntax: LittleEndianExplicit

```

(0008,0000) UL 596 # 4, 1 IdentifyingGroupLength
(0008,0005) CS [ISO_IR 100] # 10, 1 SpecificCharacterSet
(0008,0008) CS [ORIGINAL\PRIMARY\AXIAL] # 22, 3 ImageType
(0008,0012) DA [1999.05.05] # 10, 1 InstanceCreationDate
(0008,0013) TM [10:52:34.530000] # 16, 1 InstanceCreationTime
(0008,0016) UI =CTImageStorage # 26, 1 SOPClassUID
(0008,0018) UI [2.16.840.1.113662.2.1.4519.41582.4105152.419990505.410523251] # 60, 1 SOPInstanceUID
(0008,0020) DA [1999.05.05] # 10, 1 StudyDate
(0008,0021) DA [1999.05.05] # 10, 1 SeriesDate
(0008,0022) DA [1999.05.05] # 10, 1 AcquisitionDate
(0008,0023) DA [1999.05.05] # 10, 1 ContentDate
(0008,0030) TM [10:52:34.530000] # 16, 1 StudyTime
(0008,0031) TM [10:52:34.530000] # 16, 1 SeriesTime
(0008,0032) TM [10:52:34.530000] # 16, 1 AcquisitionTime
(0008,0033) TM [10:52:32.510000] # 16, 1 ContentTime
(0008,0060) CS [CT] # 2, 1 Modality
(0008,0070) LD [Picker International, Inc.] # 26, 1 Manufacturer
(0008,0080) LD [105 HOSPITAL] # 12, 1 InstitutionName
(0008,0090) PN [Anonymized] # 10, 1 ReferringPhysiciansName
(0008,1010) SH [Picker CT] # 10, 1 StationName
(0008,1030) LD [] # 60, 1 StudyDescription
(0008,1050) PN [Anonymized] # 10, 1 PerformingPhysiciansName
(0008,1060) PN [Anonymized] # 10, 1 NameOfPhysiciansReadingStudy
(0008,1070) PN [Anonymized] # 10, 1 OperatorsName
(0008,1090) LD [PQ5000] # 6, 1 ManufacturersModelName
(0010,0000) UL 18 # 4, 1 PatientGroupLength
(0010,0010) PN [Anonymized] # 10, 1 PatientsName
(0018,0000) UL 124 # 4, 1 AcquisitionGroupLength
(0018,0010) LD [C-] # 2, 1 ContrastBolusAgent
(0018,0050) DS [10.0] # 4, 1 SliceThickness
(0018,0060) DS [120] # 4, 1 KVP
(0018,1000) LD [519] # 4, 1 DeviceSerialNumber
(0018,1030) LD [ADULT BRAIN/U] # 14, 1 ProtocolName
(0018,1120) DS [.0] # 2, 1 GantryDetectorTilt
(0018,1151) IS [250] # 4, 1 XRayTubeCurrent
(0018,1152) IS [526] # 4, 1 Exposure
(0018,1160) SH [0] # 2, 1 FilterType
(0018,5100) CS [HFS] # 4, 1 PatientPosition
(0020,0000) UL 366 # 4, 1 ImageGroupLength
(0020,000d) UI [2.16.840.1.113662.2.1.1519.11582.1990505.1105152] # 48, 1 StudyInstanceUID
(0020,000e) UI [2.16.840.1.113662.2.1.2519.21582.2990505.2105152.2381633.20] # 60, 1 SeriesInstanceUID
(0020,0011) IS [3513] # 4, 1 SeriesNumber
(0020,0012) IS [3513] # 4, 1 AcquisitionNumber
(0020,0013) IS [8] # 2, 1 InstanceNumber
(0020,0020) CS [L\P] # 4, 2 PatientOrientation
(0020,0032) DS [-1.197656e02~-3.997656e02~-2.800000e02] # 38, 3 ImagePositionPatient

```

```

(0020,0037) DS [1.000000e00\0.000000e00\0.000000e00\0.000000e00\1.000000e00\0.0000... # 72, 6 ImageOrientationPatient
(0020,0052) UI [2.16.840.1.113662.2.1.3519.31582.3990505.3105152] # 48, 1 FrameOfReferenceUID
(0020,1041) DS [280.00] # 6, 1 SliceLocation
(0028,0000) UL 154 # 4, 1 ImagePresentationGroupLength
(0028,0002) US 1 # 2, 1 SamplesPerPixel
(0028,0004) CS [MONOCHROME2] # 12, 1 PhotometricInterpretation
(0028,0010) US 512 # 2, 1 Rows
(0028,0011) US 512 # 2, 1 Columns
(0028,0030) DS [0.46875\0.46875] # 16, 2 PixelSpacing
(0028,0100) US 16 # 2, 1 BitsAllocated
(0028,0101) US 16 # 2, 1 BitsStored
(0028,0102) US 15 # 2, 1 HighBit
(0028,0103) US 1 # 2, 1 PixelRepresentation
(0028,1050) DS [50] # 2, 1 WindowCenter
(0028,1051) DS [75] # 2, 1 WindowWidth
(0028,1052) DS [0] # 2, 1 RescaleIntercept
(0028,1053) DS [1] # 2, 1 RescaleSlope
(7fe0,0000) UL 524300 # 4, 1 PixelDataGroupLength
(7fe0,0010) OW fc18\fc88\fc8c\fc8d\fc8c\fc8a\fc8a\fc89\fc8a\fc8b\fc8e\fc8f... # 524288, 1 PixelData

```

Nome do Arquivo: Spine2.dcm

```

# Dicom-File-Format

# Dicom-Meta-Information-Header
# Used TransferSyntax: LittleEndianExplicit
(0002,0000) UL 166 # 4, 1 MetaElementGroupLength
(0002,0001) OB 00\01 # 2, 1 FileMetaInformationVersion
(0002,0002) UI =MRImageStorage # 26, 1 MediaStorageSOPClassUID
(0002,0003) UI [1.3.46.670589.11.0.4.1996082307370005] # 38, 1 MediaStorageSOPInstanceUID
(0002,0010) UI =LittleEndianExplicit # 20, 1 TransferSyntaxUID
(0002,0012) UI [1.3.46.670589.17] # 16, 1 ImplementationClassUID
(0002,0013) SH [ARC_CONVERT] # 12, 1 ImplementationVersionName

# Dicom-Data-Set
# Used TransferSyntax: LittleEndianExplicit
(0008,0005) CS [ISO_IR 100] # 10, 1 SpecificCharacterSet
(0008,0008) CS [ORIGINAL\PRIMARY\OTHER\M\SE] # 28, 5 ImageType
(0008,0012) DA [19960823] # 8, 1 InstanceCreationDate
(0008,0013) TM [093754] # 6, 1 InstanceCreationTime
(0008,0014) UI [1.3.46.670589.11.0.5] # 20, 1 InstanceCreatorUID
(0008,0016) UI =MRImageStorage # 26, 1 SOPClassUID
(0008,0018) UI [1.3.46.670589.11.0.4.1996082307370005] # 38, 1 SOPInstanceUID
(0008,0020) DA [19941028] # 8, 1 StudyDate
(0008,0021) DA [19941028] # 8, 1 SeriesDate
(0008,0030) TM [000000.0000] # 12, 1 StudyTime
(0008,0031) TM [133601.4600] # 12, 1 SeriesTime
(0008,0050) SH (no value available) # 0, 0 AccessionNumber
(0008,0060) CS [MR] # 2, 1 Modality
(0008,0070) LO [Philips] # 8, 1 Manufacturer
(0008,0080) LO [Univ.Kl.AKH Wien] # 16, 1 InstitutionName
(0008,0090) PN (no value available) # 0, 0 ReferringPhysiciansName
(0008,1030) LO [L-SPINE] # 8, 1 StudyDescription
(0008,103e) LO [E52bar t2w/tse/512 SAG TSE 2284 150 90] # 56, 1 SeriesDescription
(0008,1090) LO [T5] # 2, 1 ManufacturersModelName
(0010,0010) PN [MR/L SPINE/TSE/512] # 18, 1 PatientsName
(0010,0020) LO [2] # 2, 1 PatientID
(0010,0030) DA [19500312] # 8, 1 PatientsBirthDate
(0010,0040) CS [M] # 2, 1 PatientsSex
(0010,1030) DS [100] # 4, 1 PatientsWeight
(0018,0020) CS [SE] # 2, 1 ScanningSequence
(0018,0021) CS [OTHER] # 6, 1 SequenceVariant
(0018,0022) CS (no value available) # 0, 0 ScanOptions
(0018,0023) CS [2D] # 2, 1 MRAcquisitionType
(0018,0050) DS [4.000000] # 8, 1 SliceThickness

```

[illegible]