



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE  
CENTRO DE TECNOLOGIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UM AMBIENTE DE SUPORTE AO TRABALHO COOPERATIVO  
COM APLICAÇÃO À TELEMEDICINA

Dissertação de Mestrado

ALESSANDRA MENDES PACHECO

Orientador: Prof. Dr. Celso Alberto Saibel Santos

Co-orientador: Prof. Dr. Adrião Duarte Dória Neto

Natal/RN - Brasil

Julho/2002

**ALESSANDRA MENDES PACHECO**

Dissertação apresentada ao Programa Pós-Graduação  
em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do  
Rio Grande do Norte, como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Mestre em Ciências.

**Natal/RN**  
**Julho/2002**

**ALESSANDRA MENDES PACHECO**

Dissertação apresentada ao Programa Pós-Graduação  
em Engenharia Elétrica da Universidade Federal do  
Rio Grande do Norte, como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Mestre em Ciências.

**Natal/RN**  
**Julho/2002**

UFRN/CT/BIBLIOTECA SETORIAL

004.4'27 3907  
UF de Chamada Registro  
P116u  
Formas de Aplicação  
Resumo

Divisão de Serviços Técnicos  
Catalogação da Publicação na Fonte. UFRN / Biblioteca Central Zila Mamede

Pacheco, Alessandra Mendes.

Um ambiente de suporte ao trabalho cooperativo com aplicação à telemedicina / Alessandra Mendes Pacheco. – Natal, RN, 2002.

86 p.

Orientador : Celso Alberto Saibel Santos.

Co-orientador : Adrião Duarte Dória Neto.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica.

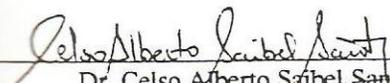
I. Multimídia - Tese. 2. Telemedicina - Tese. 3. Telemedicina - Trabalho cooperativo - Tese. 4. Processamento de imagem digital - Técnicas - Tese. I. Santos, Celso Alberto Saibel. II. Dória Neto, Adrião Duarte. III. Título.

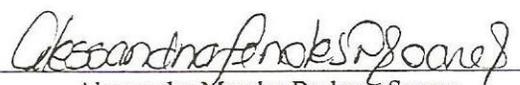
RN/UF/BCZM

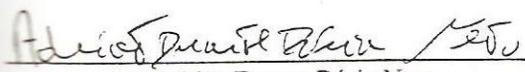
CDU 004.4'27(043.2)

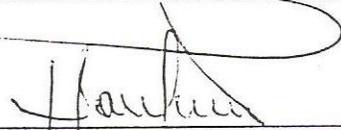
*Ata da 89ª sessão de defesa de dissertação de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Elétrica da UFRN, realizada em 29 de julho de 2002 no Auditório do Centro de Tecnologia - CT.*

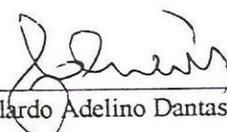
Aos vinte e nove dias do mês de julho do ano de dois mil e dois, foi realizada a 89ª sessão de defesa de dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFRN, na qual a aluna **Alessandra Mendes Pacheco Soares** apresentou o trabalho que tem como título "Um Ambiente de Suporte ao Trabalho Cooperativo com Aplicação à Telemedicina". A sessão teve início às 10:00 horas, tendo a banca examinadora sido constituída pelos professores Dr. Celso Alberto Saibel Santos (orientador e presidente da sessão, UNIFACS), Dr. Adrião Duarte Dória Neto (co-orientador- UFRN), Dr. Adelar do Adelino Dantas de Medeiros (UFRN) e Dr. Roberto Willrich (examinador externo, UFSC). Após a apresentação do trabalho e o exame pela banca, a aluna foi considerada APROVADA com conceito "A". Do que eu, José Santana da Silva, lavrei a presente ata, que vai assinada pelos examinadores, pelo aluno e por mim.

  
Dr. Celso Alberto Saibel Santos

  
Alessandra Mendes Pacheco Soares

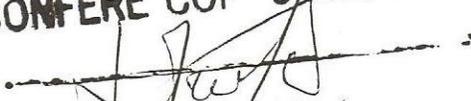
  
Dr. Adrião Duarte Dória Neto

  
José Santana da Silva

  
Dr. Adelar do Adelino Dantas de Medeiros

  
Dr. Roberto Willrich

CONFERE COM O ORIGINAL

  
JOSÉ SANTANA DA SILVA  
Ass. Administrativo  
Mat. 6976-2

*Às minhas filhas, minhas pequeninas estrelas,  
Julia e Marcelle, porque toda a minha vida é  
com elas, por elas e para elas.*

## AGRADECIMENTOS

*À Deus, por ter me ensinado como acreditar na vida, na possibilidade de conquista e na vitória, crescimento e aprendizado como frutos de uma árdua batalha.*

*Às minhas filhas Julia e Marcelle, por todos os sorrisos nos momentos de maiores tensões. Por estarem sempre comigo, independente de eu estar em casa ou nas salas de aula. Por me ensinarem o porquê da luta, o que é verdadeiramente valoroso na vida.*

*Ao meu pai Robson, pelo exemplo de integridade e dedicação acadêmica. Pela alegria que sempre vi estampada em seus olhos quando dentro de sala de aula. Pelo apoio nas minhas decisões profissionais. Por falar aos seus alunos, orgulhoso, sobre o meu trabalho e, inconscientemente, abrir portas (e janelas) no meu coração. Por fazer do "ser professor" uma entrega grandiosa.*

*À minha mãe Juçara, por sua eterna entrega à maternidade. Por ter lutado por mim desde sempre. Por ser mãe das minhas filhas. Por confiar e acreditar que tudo é possível com dedicação e perseverança. Pelas suas palavras suaves, olhos carinhosos, mãos quentes, ouvidos atentos, abraço terno e colo disponível. Por existir. Por me fazer existir.*

*Aos meus irmãos maravilhosos, Fábio e Robson André, pelos olhos nas minhas filhas, pelas caronas, conversas e desejos de "boa sorte" durante toda a caminhada.*

*Ao meu avô Eider, por sua força, disciplina e exemplo de amor, confiança e sabedoria. Por ser sempre uma densa fortaleza nas horas mais difíceis.*

*À minha avó Ruth, pela compreensão, apoio e torcida eternos. Pela presença de Deus nos seus atos, palavras e sorrisos. Por ser sempre uma suave fortaleza nas horas mais difíceis.*

*Ao meu Tio Gil, amigo, médico, fonte de pesquisa e opiniões, por suas idéias e pela sua paciência com uma provável candidata a mestre, em uma noite de natal.*

*À todos os meus familiares (impossível enumerá-los), por todo o carinho dispensado às minhas filhas nas minhas tantas horas de ausência, particularmente à tão especial tia Ká.*

*À todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, especialmente ao prof. Sérgio Fialho, fonte de "conhecimento distribuído".*

*Ao prof. Roberto, por suas críticas e sugestões que muito contribuíram para a finalização deste trabalho.*

*Ao meu querido amigo Rodrigo Bandeira, por estar presente durante a execução deste trabalho.*

*E, de uma maneira extremamente importante e em uma posição muito especial, aos meus orientadores queridos, professor Celso e professor Adrião, fontes incríveis de sabedoria. Obrigada... Por tantas horas de paciência (e perdas de paciência), incentivo e total disponibilidade para ouvir, analisar, sugerir, compartilhar, criticar e aplaudir. Por doarem seus conhecimentos. Pelo ensino do "aprender". Pelos seus sorrisos, por seus "carões". Por estarem ao meu lado, inexoravelmente.*

*Obrigado. Sem vocês eu só teria chegado à lugar nenhum...*

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE TABELAS.....	10
ABSTRACT.....	11
RESUMO.....	12
<b>CAPÍTULO I APRESENTAÇÃO INICIAL .....</b>	<b>13</b>
I.1 Introdução.....	13
I.2 Objetivos .....	17
I.3 Metodologia .....	20
I.4 Motivação.....	21
I.5 Contribuições .....	22
I.6 Organização do Trabalho .....	22
<b>CAPÍTULO II TRABALHO COOPERATIVO COM APLICAÇÃO EM TELEMEDICINA .....</b>	<b>24</b>
II.1 Introdução.....	24
II.2 Telemedicina .....	24
II.2.1 Aplicações em Telemedicina.....	26
II.2.2 Padronização .....	28
II.3 Técnicas de Processamento de Imagem Digital .....	31
II.3.1 LeadTools.....	31
II.3.2 Realce de Imagem .....	32
II.3.3 Restauração de Imagem.....	33
II.4 CSCW .....	33
II.4.1 Histórico e Objetivos do CSCW.....	34
II.4.2 Especificações para Aplicações CSCW.....	34
II.5 Outras Experiências.....	36
<b>CAPÍTULO III SOLUÇÃO PROPOSTA: SALA DE DIAGNÓSTICO VIRTUAL.....</b>	<b>38</b>
III.1 Introdução.....	38
III.2 Processamento Digital de Imagem no Sistema.....	39
III.2.1 Técnicas de PDI Utilizadas no Sistema.....	39
III.2.2 Ferramentas do <i>LeadTools</i> Utilizadas .....	41
III.3 Ferramentas CSCW Utilizadas na Abordagem do Sistema.....	42
III.4 Nomenclatura .....	43
III.5 Visão Geral do Sistema .....	44
III.6 Arquitetura .....	45
III.6.1 Servidor.....	46
III.6.2 Cliente .....	47
III.7 Funcionamento do Sistema.....	48
III.7.1 Criação de uma nova Sala .....	49
III.7.2 Execução da Sala.....	49
III.7.3 Análise das Soluções Adotadas .....	53
III.8 Plataforma .....	55
III.9 Interface Gráfica.....	58

CAPÍTULO IV PROTOCOLO DE APLICAÇÃO PROPOSTO .....	59
IV.1 Introdução.....	59
IV.2 Protocolo de Aplicação .....	59
IV.2.1 Formato das Mensagens .....	60
IV.2.2 Tipos e Sub-Tipos de Mensagens .....	62
IV.3 Descrição da Sequência de Mensagens .....	66
IV.3.1 Inicialização do Servidor e do Cliente.....	66
IV.3.2 Criação de Nova Sala .....	67
IV.3.3 Alteração ou Cancelamento de Sala .....	69
IV.3.4 Acesso a uma Sala.....	69
IV.3.5 Sincronismo de Histórico .....	70
IV.3.6 Controle da Palavra .....	71
IV.3.7 Administração da Sala.....	73
IV.3.8 Sair da Sala.....	74
IV.3.9 Encerramento da Sala.....	75
IV.3.10 Intervenção .....	76
IV.4 Banco de Dados.....	76
CAPÍTULO V CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS.....	79
BIBLIOGRAFIA .....	82

## LISTA DE FIGURAS

Figuras 1 e 2 – Processamento Digital de Imagem – Brilho .....	39
Figuras 3 e 4 – Processamento Digital de Imagem – Contraste .....	39
Figuras 5 e 6 – Processamento Digital de Imagem – Saturação .....	40
Figuras 7 e 8 – Processamento Digital de Imagem – Foco.....	40
Figuras 9 e 10 – Processamento Digital de Imagem – Posterização .....	40
Figuras 11 e 12 – Processamento Digital de Imagem – Solarização .....	40
Figuras 13 e 14 – Processamento Digital de Imagem – Filtros de Contorno .....	41
Figuras 15 – Processamento Digital de Imagem – Relevô .....	41
Figura 16 – Visão Geral do Sistema .....	45
Figura 17 – Interface Gráfica da Sala de Diagnóstico Virtual.....	58
Figura 18 – Formato das <i>Mensagens</i> .....	60
Figura 19 – Diagrama de criação de uma nova sala .....	68
Figura 20 – Diagrama de acesso a uma sala .....	70
Figura 21 – Diagrama sincronismo de histórico .....	71
Figura 22 – Diagrama controle da posse da palavra.....	73
Figura 23 – Diagrama sair da sala .....	75
Figura 24 – Diagrama encerramento da sala .....	76
Figura 25 – Banco de Dados controlado pelo Servidor.....	77

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Termos utilizados para a descrição do ambiente. ....	44
Tabela 2 – Mudança de estado dos participantes durante a execução da <i>sala</i> .....	52
Tabela 3 – Cabeçalho das <i>Mensagens</i> do Protocolo de Aplicação.....	61
Tabela 4 – Parâmetros das <i>Mensagens</i> do Protocolo de Aplicação.....	62
Tabela 5 – <i>Mensagens</i> de Controle.....	63
Tabela 6 – <i>Mensagem</i> de Chat.....	64
Tabela 7 – <i>Mensagens</i> de Intervenção.....	65
Tabela 8 – <i>Mensagens</i> de Erro.....	66

## ABSTRACT

*This dissertation presents a cooperative virtual multimedia environment for employing on the medical field, using a TCP/IP computer network. The "Virtual Diagnosis Room" environment make it possible to perform cooperative tasks using classical image processing, synchronous and asynchronous text conversation (chat) and content markup, in order to produce remote cooperative diagnosis. The dissertation also describes the tool in detail and its functions, that enables the interaction among users, along with implementation details, contributions and weakness of this work.*

## RESUMO

Esta dissertação apresenta um ambiente virtual multimídia cooperativo destinado à área médica, utilizando uma rede de computadores baseada nos protocolos TCP/IP. O ambiente, denominado "Sala de Diagnóstico Virtual", possibilita o desenvolvimento atividades cooperativas utilizando técnicas clássicas de processamento de imagem, marcações de conteúdo, conversação textual síncrona e assíncrona, para emissão de diagnósticos remotos cooperativos. O trabalho apresenta uma descrição detalhada da ferramenta e de suas funcionalidades para permitir a interação entre os usuários durante a execução da Sala de Diagnóstico Virtual. As decisões de implementação do projeto, contribuições e limitações da ferramenta são também apresentadas.

**Palavras-chave:** Multimídia, Telemedicina, Trabalho Cooperativo Suportado por Computador, Processamento Digital de Imagem,

## CAPÍTULO I

## APRESENTAÇÃO INICIAL

### I.1 Introdução

A medicina está passando por rápidas transformações em todo o mundo, neste final de século. Uma delas é o progresso verificado na disseminação de informação e na inclusão das tecnologias de comunicação através da Internet e das redes de computadores em diversas áreas da medicina.

Existem inúmeras definições para telemedicina. A *European Commission DG XIII* definiu o termo telemedicina como sendo o acesso rápido à informações médicas remotas e compartilhadas através das telecomunicações e tecnologias de informação, independente da localização do paciente ou da informação relevante [1]. Mais recentemente, a telemedicina foi definida como sendo o uso das telecomunicações para diagnósticos médicos e cuidados ao paciente [2]. Estas definições, todavia, não cobrem todo o potencial do uso da telemedicina para diagnósticos, tratamento, educação e pesquisa.

Intuitivamente, a telemedicina pode ser definida como sendo a troca remota de informações com o objetivo de facilitar a prática da medicina. A essência da telemedicina está na troca de informações (voz, imagens, elementos de registro médico ou ainda comandos para um robô cirúrgico) entre regiões geograficamente distantes. Além disso, a telemedicina possibilita a reunião de pacientes e médicos geograficamente distantes com o

objetivo de difundir conhecimento na área da saúde e permitir igualdade de acesso aos serviços médicos através de análise remota de casos com finalidade diagnóstica [3].

O desenvolvimento da telemedicina possibilita ainda a atuação em uma área denominada *segunda opinião* [4]. A *segunda opinião* pode ser definida como uma consulta adicional com outro médico ou grupo de médicos, solicitada pelo paciente ou pelo médico que o está atendendo com o objetivo de garantir a correção de um diagnóstico. Devido ao nível crescente de conscientização e conhecimento dos pacientes a respeito de seus problemas de saúde, ao nível de complexidade científico e técnico da medicina, e também aos problemas legais e econômicos associados à prática médica, as atividades de *segunda opinião* estão se tornando cada vez mais importantes. Para o paciente, uma *segunda opinião* resulta em uma menor probabilidade de erros no diagnóstico médico, mas pode também provocar um aumento do custo e do tempo de espera para a obtenção de um diagnóstico. A *segunda opinião* é também uma solução tipicamente aplicada pelos planos de saúde privados para se certificar da necessidade de cirurgias complexas no tratamento de pacientes e reduzir custos.

Para os médicos, o processo de análise e tomada de decisões para a resolução de problemas ocorre através de três importantes fases, nas quais o computador pode intervir como ferramenta de auxílio. São elas o diagnóstico, o planejamento terapêutico e o prognóstico.

Sem dúvida, a área mais complexa e difícil da tomada de decisão médica é o diagnóstico, pois depende da experiência prévia do médico, do senso comum e da intuição. Existe também uma falta de padronização quanto aos termos e definições médicas. É difícil

formalizar este conhecimento e representá-lo através de uma linguagem de programação. Portanto, não é de se surpreender que médicos afirmem que programas de diagnóstico autônomos são praticamente impossíveis de serem implementados no estágio atual da tecnologia. Entretanto, é consenso de que os computadores são ferramentas úteis para aperfeiçoar e aumentar a precisão e a certeza dos diagnósticos médicos [5].

Um reflexo direto da especialização nas áreas médicas é a crescente necessidade de interação/cooperação entre profissionais de diferentes especialidades (ou mesmo, dentro de uma mesma especialidade). O maior obstáculo para que esta cooperação seja realizada de forma efetiva é a distância que separa os especialistas. O aparecimento da telemedicina promete minimizar este problema e mudar drasticamente o ambiente médico através do suporte à colaboração entre especialistas geograficamente distantes, sendo o trabalho cooperativo auxiliado por computador (*CSCW – Computer Supported Cooperative Work*) um de seus componentes-chave [5][6].

Um sistema integrado para suporte a telemedicina deve ter em mente os seguintes requisitos básicos [7]:

- Possibilidade de colaboração síncrona e assíncrona entre participantes com registro das sessões – no modo síncrono, os participantes interagem dentro de uma sessão de conferência enquanto compartilham de uma mesma visão global do ambiente em tempo-real; o modo assíncrono permite que usuários revejam todos os passos ocorridos dentro de uma sessão que não puderam assistir.

- Colaboração em tempo-real envolvendo grande quantidade de dados – conferências na área médica podem envolver grandes transferências de dados e mecanismos de atualização das visões dos participantes das sessões; além disso, os métodos de comunicação e troca de dados devem levar em conta os atrasos e problemas da rede de interconexão.
- Controle efetivo do “direito à palavra” de cada um dos participantes evitando colisões entre as suas operações.
- Manipulação de arquivos de dados, com a definição de alternativas propostas pelos usuários, dos planos de ações propostos pelos especialistas, etc.

Outros requisitos de interesse são: a utilização de infra-estrutura de baixo-custo, o desenvolvimento de uma interface que permita a inclusão/consulta de informações dos pacientes, a garantia de autorização de acesso (segurança) e o uso de padrões "abertos", tais como o DICOM (*Digital imaging and Communication in Medicine*) [8] e o HL-7 (*Health Level 7*) [9] visando a interoperabilidade e transparência na manipulação dos dados. Deve-se ainda pensar no desenvolvimento de interfaces que permitam a integração de sistemas PACS (*Picture Archiving and Communication Systems*) já existentes com o sistema a ser implementado. Além disso, deve-se ressaltar o esforço feito pelo *Healthcare Domain Task Force* da OMG [10] para o estabelecimento de padrões para a integração de sistemas utilizando a tecnologia de objetos distribuídos. Apesar de importantes, estes requisitos estão fora do escopo deste trabalho e por isso, não são tratados pelo sistema proposto.

Um dos grandes desafios da telemedicina é a definição de soluções estáveis, de fácil uso, de baixo custo de implantação e manutenção, que possam ser incorporadas nas atividades médicas rotineiras [12]. Apesar da existência de diversos recursos tecnológicos, sabe-se que alguns sistemas desenvolvidos atualmente são marcados pelo envolvimento de um pequeno número de instituições, pelo custo elevado e pelas dificuldades de utilização, o que acaba por desmotivar as equipes médicas a adotá-los em sua rotina de trabalho.

Dentro deste contexto, este trabalho de dissertação apresenta um ambiente virtual cooperativo para aplicações na área de telemedicina. Este ambiente possui como características principais (i) o suporte à realização de conferências para elaboração de um diagnóstico remoto cooperativo e (ii) a simplicidade e o custo baixo de implementação, baseado numa arquitetura cliente/servidor.

## **L2 Objetivos**

As imagens médicas provenientes de exames como ultra-sonografia, tomografia e ressonância são utilizadas para emissão de diagnósticos. A automatização da análise destas imagens se faz necessária, pois a rapidez no diagnóstico é crucial para o tratamento de determinadas doenças. Ainda em busca de um diagnóstico mais rápido e preciso, uma *segunda opinião*, quando necessária, deve ser obtida facilmente, através de uma nova análise por um outro médico, sem precisar recorrer aos correios ou a marcação de novas consultas, o que acarreta ainda mais perda de tempo para o tratamento do doente.

Os médicos necessitam de uma ferramenta que seja capaz de, além de disponibilizar as imagens, promover um ambiente de cooperação na análise e emissão de diagnóstico sempre que se faça necessário.

O objetivo fundamental deste trabalho é implementar um ambiente de suporte ao trabalho cooperativo que permita a interação síncrona e assíncrona entre os participantes através de uma interface simples, amigável e de baixo custo, utilizando para isso uma arquitetura baseada em protocolos padrão de comunicação (TCP/IP). O ambiente pode ser então classificado como de apoio ao diagnóstico cooperativo distribuído por meio da análise de imagens médicas disponibilizadas assincronamente.

O protótipo desenvolvido possibilita a análise de várias imagens simultâneas, permitindo que os participantes trabalhem sobre essas imagens de maneira cooperativa através de métodos clássicos de tratamento da imagem (brilho, contraste, saturação, posterização, solarização, foco, limiarização, relevo, seleção, zoom e segmentação) e primitivas básicas de desenho (linha, retângulo, círculo). A interação dentro do ambiente é complementada através de uma ferramenta de conversação textual síncrona (um *chat*), que em conjunto com as ferramentas de manipulação de imagens permitem a geração de um diagnóstico cooperativo pelos participantes.

Podem ser vislumbrados ainda outros cenários de aplicação de sistemas de suporte à medicina por computador, como por exemplo, a educação à distância e a navegação cooperativa (ou guiada). Em um ambiente onde todos os participantes estão integrados ao cenário principal (imagem) e entre si, a educação passa a ser papel integrado.

Alguns projetos na área de educação, como a Rede Nacional de Educação em Medicina e Saúde, utilizam as redes de computadores para difundir conhecimento médico com o objetivo geral de dotar o ensino superior brasileiro, nas ciências da saúde, de uma rede consorciada de educação à distância baseada em tecnologia Internet, com a finalidade de aumentar a qualidade e a variedade de cursos e outros materiais de apoio à educação convencional e à educação médica continuada em todos os níveis, aumentando a qualidade do ensino, do aprendizado, e do acesso à informação por parte das instituições educacionais na área da saúde; e ainda, indiretamente, aumentar a qualidade da assistência à saúde, do ensino e da pesquisa na área [11].

Um exemplo recente de aplicação das novas tecnologias da área de informática em medicina no país é o projeto *HealthNet* [12]. Este projeto consiste na utilização das novas tecnologias de rede para dar suporte a aplicações de telemedicina ligadas ao Telediagnóstico e à *segunda opinião*. O projeto é uma das linhas de estudo do consórcio denominado Recife ATM, que tem por objetivo a instalação, manutenção e estudo de uma rede de alta velocidade ATM. O Recife ATM visa ainda o desenvolvimento e estudo de aplicativos que utilizem as funcionalidades disponíveis neste tipo de rede. O *HealthNet* tem como objetivos a melhoria da prestação de serviços de saúde em áreas distantes e carentes, além de permitir implantar um processo de cooperação médica entre grandes centros especialistas. O Hospital das Clínicas e o Hospital Português fazem parte da chamada "Rede Integrada de Cooperação em Saúde", sendo interligados pela rede de alta velocidade e fazendo uso dos serviços fornecidos pelo ambiente *HealthNet*.

### **I.3 Metodologia**

A metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho pode ser resumida pelos seguintes passos:

1. Pesquisa bibliográfica relacionada aos assuntos envolvidos neste trabalho, dentre os quais os relacionados à telemedicina, à multimídia e ao processamento de imagens, às redes de computadores e seus protocolos básicos de comunicação, às bases do trabalho cooperativo suportado por computador (CSCW). Desta maneira, foi possível traçar o estado-da-arte dessas tecnologias e posicionar claramente o trabalho apresentado dentro da dissertação com relação a outras abordagens existentes;
2. Realização de um estudo aprofundado das tecnologias de comunicação e de sistemas distribuídos para dar um suporte teórico às decisões de projeto adotadas, bem como para a definição dos serviços a serem oferecidos pelo ambiente proposto (a especificação das funcionalidades da ferramenta foi feita com base nas informações obtidas através de especialistas na área de diagnóstico de imagens);
3. Desenvolvimento de um protótipo local do ambiente e realização de testes de validação de seu funcionamento que proporcionaram a correção de diversas falhas iniciais de projeto, assim como a inclusão de novas funcionalidades ao ambiente;

4. Especificação de um protocolo de comunicação para a aplicação que viabilizasse a disponibilização da ferramenta num ambiente remotamente distribuído;
5. Desenvolvimento de um protótipo do ambiente para permitir o trabalho cooperativo em um ambiente distribuído com suporte à manipulação de imagens, seguido pela realização de testes de validação sobre uma rede de computadores;
6. Avaliação dos resultados obtidos com os testes de validação e usabilidade do protótipo.

#### **L4 Motivação**

Este trabalho tem como principal motivação a possibilidade de incluir as novas tecnologias da área da informática e das redes de comunicação no contexto da medicina, principalmente na área ligada ao diagnóstico de imagens. A intenção deste trabalho é a de proporcionar à classe médica um ambiente de compartilhamento de imagens (ou exames clínicos) para análise e diagnóstico cooperativo de fácil uso e de baixo custo. Naturalmente, trata-se apenas de um protótipo que tem como objetivo principal demonstrar a viabilidade e a aplicabilidade das idéias propostas no trabalho e que ainda pode e deve ser aprimorado.

## **I.5 Contribuições**

Como exposto anteriormente, este trabalho visa fornecer um ambiente de trabalho cooperativo favorável à prática da telemedicina sendo as suas principais contribuições listas a seguir:

Especificação e implementação de um protótipo do ambiente para a análise de imagens gráficas baseado numa arquitetura cliente-servidor sobre protocolos TCP/IP;

Implementação de um mecanismo de controle de acesso e de re-sincronização de participantes ao ambiente através de mensagens relativamente curtas sobre os protocolos TCP/IP, ou seja, no caso de atraso do início da sessão, os participantes serão inseridos no contexto atual (re-sincronização) da sala, e não no contexto inicial;

Desenvolvimento de um protocolo para garantir o sincronismo e evitar a colisão entre os participantes da aplicação durante uma sessão de diagnóstico cooperativo;

Validação e teste da ferramenta com profissionais da área médica.

## **I.6 Organização do Trabalho**

Este trabalho é dividido em quatro outros Capítulos além da Introdução, descritos brevemente a seguir.

O Segundo Capítulo apresenta os fundamentos da telemedicina, algumas aplicações e padrões relacionados aos padrões "abertos" para imagens (DICOM) e para troca de dados

na área médica (HL-7) [8][9]. O capítulo segue com um posicionamento deste trabalho em relação à outras experiências na área, uma breve descrição sobre o processamento de digital de imagens e algumas técnicas que foram utilizadas no trabalho. Por fim, alguns conceitos relacionados ao *CSCW* são apresentados.

O Terceiro Capítulo apresenta a descrição da solução proposta para o suporte ao diagnóstico médico cooperativo implementada neste trabalho de Mestrado. Inicia-se com uma visão geral do sistema e seu funcionamento, sendo em seguida apresentada uma descrição da interface e da plataforma adotadas. O capítulo é finalizado com a apresentação da arquitetura escolhida para o desenvolvimento do protótipo e uma análise das alternativas adotadas durante o projeto.

O Quarto Capítulo traz as especificações do protocolo proposto para viabilizar a comunicação das aplicações cliente / servidor durante a execução do sistema.

Finalizando este documento, o Quinto Capítulo apresenta a conclusão do trabalho, apontando os benefícios alcançados, as limitações da ferramenta, assim como as perspectivas de trabalhos futuros.

## CAPÍTULO II

# TRABALHO COOPERATIVO COM APLICAÇÃO EM TELEMEDICINA

### II.1 Introdução

Este capítulo faz uma breve introdução dos conceitos relevantes para o entendimento deste trabalho. Inicialmente, apresenta-se a telemedicina, suas aplicações e tentativas de padronização. Em seguida, algumas técnicas de processamento de imagem utilizadas no trabalho são rapidamente descritas. Na seqüência, são apresentadas as características do Trabalho Cooperativo Suportado por Computador (*CSCW*). O capítulo finaliza com a apresentação de algumas aplicações atuais envolvendo os assuntos descritos anteriormente.

### II.2 Telemedicina

O desenvolvimento das redes de computadores (e em especial da Internet) tem tido um grande impacto sobre o acesso, a disponibilização e a utilização dos mais diversos tipos de informação das diferentes áreas da ciência. A telemedicina é uma das aplicações surgidas recentemente como resultado deste desenvolvimento e das potencialidades oferecidas pelas novas tecnologias de rede. A Internet disponibilizou a largura de banda suficiente para transmissões de imagens de grande porte, de mídias contínuas como vídeo e áudio, além de permitir acesso a um repositório infinito de dados. A multiplicidade de conexões permite a colaboração entre participantes distribuídos e a conectividade dos dados

habilita o acesso à informação em históricos distribuídos e elaborados, típicos das aplicações em telemedicina [13].

O setor da saúde apresenta grandes possibilidades, podendo-se notar um crescimento explosivo no número de aplicações da Internet nesta área, denotando um grande potencial para transformar radicalmente a pesquisa nas ciências da saúde, educação, e assistência ao paciente, assim como a prática na gestão dos sistemas de saúde [14].

O termo telemedicina surgiu em 1970 para descrever as aplicações de telecomunicações e tecnologias de informação para a medicina para prover serviços médicos à distância, sem o usual face-a-face entre médico e paciente. Entretanto, atualmente, a telemedicina envolve também imagens, multimídia, Internet e aplicações WEB. As redes de telemedicina podem ser usadas para atendimento clínico, educação, banco de dados médicos, inteligência artificial, registros de pacientes e suporte administrativo. No texto, o termo telemedicina segue a definição dada em 1993 pelo *National Library of Medicine Medical Subject Headings*: “A telemedicina consiste na prestação dos serviços de saúde via comunicação remota. Isto inclui consulta interativa e serviços de diagnóstico [15].”

Ao contrário do que se possa pensar, uma relação entre médico e paciente pode ser estabelecida de uma maneira satisfatória mesmo com a distância entre as duas partes. Isto porque para um paciente, é muito importante contar sempre com a opinião, aconselhamento ou intervenção de médicos escolhidos por ele a qualquer tempo (mesmo, por exemplo, durante uma viagem).

A ascensão da usabilidade, disponibilidade e acessibilidade às redes de computadores ocorrida nos últimos anos forma assim o cenário ideal para a introdução das aplicações de telemedicina na vida cotidiana de médicos e pacientes.

### **II.2.1 Aplicações em Telemedicina**

As aplicações da telemedicina podem ser classificadas em cinco tipos principais:

1. **Telemonitoração:** A telemonitoração se baseia no conceito de digitalização e envio de dados vitais do paciente através de sistemas de comunicação, desde sua origem (local onde o paciente se encontra) até o seu destino, que vem a ser um centro médico especializado em interpretação, análise e possível acionamento das equipes de atendimento, caso necessário. A telemonitoração consiste no acompanhamento do paciente à distância. Exemplos deste tipo de aplicação são a monitoração cardíaca, a monitoração de pacientes com gravidez de risco ou ainda de pacientes deficientes ou imobilizados em casa [16].
2. **Teleterapia:** Controla equipamentos médicos à distância, tais como hemodialisadores. A teledialise, desenvolvida inicialmente na Itália, consiste em um equipamento de hemodiálise colocado à disposição do paciente na sua residência ou em hospitais e centros de saúde. O paciente é conectado ao equipamento (telecontrolado por uma central remota) com a ajuda de um familiar ou um médico não especializado. Os sinais vitais do paciente são transmitidos via sistemas de comunicação e funções digitais de controle e

alarme também são disponibilizadas, oferecendo portanto o mesmo controle do dializador doméstico [17].

3. **Teledidática:** Aplicação das redes de computadores na implementação de ensino à distância de cursos clássicos na área médica ou educação continuada na mesma área. Neste tipo de aplicação, o uso da videoconferência, o acesso a bancos de dados contendo informações sobre a área médica para a implementação de cursos médicos a distância, podem ser considerados casos especiais de telemedicina aplicada ao treinamento clínico [11][18].
4. **Telefonia Social:** Aplicações dos recursos de telefonia convencional à assistência dinâmica para pessoas deficiente, como surdos, cegos e mudos, apoio à medicina preventiva, e suporte a pessoas idosas (telesocorro).
5. **Telediagnóstico:** Consiste no envio remoto de dados de sinais vitais e imagens médicas (como ultra-sonografias e tomografias computadorizadas), dados laboratoriais, entre outros, como também realização de consultas remotas ao paciente, para fins de tomada de decisão diagnóstica entre especialistas médicos. Nesta área, pode ser vislumbrado o cenário de diagnóstico remoto cooperativo e de *segunda opinião*.

O serviço de diagnóstico remoto, conforme já mencionado anteriormente, permite ~~os~~ médicos residentes em locais distantes e com poucos recursos possam interagir com ~~os~~ médicos especialistas a fim de chegarem a um diagnóstico final sobre seus pacientes,

baseados em exames transmitidos pela rede. Geralmente são colocados em discussão casos raros, de difícil diagnóstico ou que englobem mais de uma especialidade médica.

Os serviços de telediagnóstico e de *segunda opinião* podem funcionar de forma integrada: os casos dos pacientes, obtidos através do serviço de telediagnóstico, podem ser colocado em cooperação médica através do serviço de *segunda opinião*.

Conforme as características apresentadas, este trabalho restringe-se às aplicações de telemedicina ligadas ao diagnóstico remoto, ou seja, ao telediagnóstico.

## **II.2.2 Padronização**

No Brasil, apesar da grande distância que ainda o separa dos países mais desenvolvidos, um certo nível de informatização já pode ser observado em boa parte dos hospitais, principalmente naqueles situados em grandes centros. Com o aumento na integração de sistemas de apoio à telemedicina, surgiu a necessidade de definir uma padronização da comunicação entre os diferentes sistemas e tecnologias existentes. Esta padronização envolve três diferentes níveis:

- A conexão no nível físico (tipo de cabeamento, conectores, sinais);
- O protocolo de comunicação, para efetuar as transmissões de dados;
- O formato dos dados a serem transmitidos (como codificação e endereçamento).

Entre os padrões desenvolvidos, destacam-se os padrões DICOM para a área de imagens médicas e o padrão HL7 para armazenagem e intercâmbio de informações.

### II.2.2.1 DICOM

Em 1985, duas organizações norte-americanas, uma da área médica (*American College of Radiology*) e outra da área de equipamentos médicos (*National Electrical Manufacturers Association*) desenvolveram conjuntamente um padrão para o intercâmbio eletrônico de imagens que não dependesse do tipo de computador onde residem os dados. Esse padrão recebeu o nome de ACR-NEMA, e foi o primeiro a ser adotado pelos fabricantes de aparelhos geradores de imagens radiológicas, permitindo assim uma conexão mais fácil a computadores de uso geral. Posteriormente foi criado, a partir dele, outro padrão, o DICOM (*Digital and Communications in Medicine*), o qual foi adotado muito mais amplamente [8].

O DICOM tem a finalidade de padronizar as imagens diagnósticas, como tomografias, ressonâncias magnéticas, radiografias, ultra-sonografias e outros, definindo a forma como a imagem é representada digitalmente dentro do computador (isto é, o formato de imagem) e como ela deve ser arquivada.

O ambiente proposto neste trabalho suporta o padrão DICOM como um dos formatos possíveis para a manipulação de imagens médicas dentro de uma sessão de conferência. Além do DICOM, outros tipos de imagens (independente de adotarem ou não técnicas de compressão) são ainda suportados, como por exemplo os formatos JPG, GIF, TIF, BMP e outros. Estes aspectos serão discutidos posteriormente no item II.3.

#### II.2.2.2 HL7

Em junho de 1994, o HL7 (*Health Level Seven*) foi criado pelo Instituto da Associação Nacional Americana de Normas (ANSI) com o objetivo de estabelecer normas e padrões para fabricantes, desenvolvedores de aplicação e usuários associados à área da saúde [9]. O HL7 define um formato padrão para as informações associadas às bases de dados da área da saúde e também um protocolo que especifica como as informações devem ser enviadas, qual o tipo de informação e qual o tamanho dos dados. Deste modo, pode-se garantir interconexão e interoperabilidade entre os componentes do sistema.

A norma atual define as transações para transmitir dados sobre registro de pacientes, admissão, descarte e transferências, seguros, taxas e contas a pagar, pedidos e resultados para testes de laboratório, exames de imagem, observações médicas e de enfermagem, prescrições de dieta, pedidos a farmácia, pedidos de suprimentos, e arquivos [18].

O ambiente proposto não utiliza o padrão HL7, pois não existe acesso a uma base de dados real contendo registros clínicos de pacientes. O ambiente se limita apenas a disponibilizar dados (imagens) pré-armazenados, os quais poderiam ser obtidos após uma consulta ao banco de dados em formato HL7 através de uma ferramenta especificamente projetada para isso. A incorporação desta ferramenta ao ambiente não foi implementada, ficando como uma das perspectivas para a continuação deste trabalho.

## **II.3 Técnicas de Processamento de Imagem Digital**

Neste trabalho, algumas técnicas de processamento de imagem estarão disponíveis para o usuário. Estas técnicas visam promover o realce e a restauração da imagem. Durante a elaboração do protótipo, foram utilizadas ferramentas para o processamento de imagens do *LeadTools* [25]. Estas ferramentas têm como objetivo auxiliar a visualização e o tratamento das imagens. Abaixo se apresenta o *LeadTools* e em seguida as técnicas de processamento de imagem digital (*Digital Image Processing - PDI*) empregadas neste trabalho.

### **II.3.1 LeadTools**

O *LeadTools Technologies* é um conjunto de ferramentas para desenvolvimento de sistemas que implementam técnicas de processamento de imagem digital. O *LeadTools* oferece cinco interfaces para programação:

- **COM (*Component Object Model*):** É uma arquitetura baixo nível que dá a fundação para os serviços de sistemas alto nível, como os providos pelo ActiveX.
- **ActiveX:** Utilizado para desenvolver diversos tipos de aplicações, inclusive aplicações Visual Basic. Disponibilizam componentes em Visual Basic para implementação das funcionalidades de tratamento de imagem.
- **VCL (*Visual Component Library*):** O VCL foi introduzido no Delphi 1.0 e consiste de classes para criar aplicações baseadas na linguagem Delphi.

- **DLL ou API:** As DLL's são a base para todas as interfaces *LeadTools*. Consistem na programação de mais baixo nível.
- **Class Libraries:** São bibliotecas de classes utilizadas para implementar funcionalidades de baixo nível em uma interface de alto nível, facilitando o desenvolvimento de aplicações na linguagem C ou C++.

O *LeadTools* oferece ainda vários módulos para tratamento de imagens, tais como:

- Suporte a variados formatos de imagem, incluindo imagens de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 16, 24 e 32 bits, JPEG, GIF, TIFF, BMP, PCX, TGA, DICOM, entre outros;
- Disponibilização de ferramentas para tratamento de imagem, como brilho, contraste, saturação, gama, ruído, rotação, redimensionamento, detecção de fronteiras, entre outros;
- Conversão de modelos de cores;
- Segmentação de imagem.

### 3.2 Realce de Imagem

As técnicas de realce de imagem tem como objetivo principal o processamento da imagem de modo que o resultado seja mais propício para uma aplicação específica do que a imagem original, ou seja, refere-se a acentuação ou iluminação de aspectos da imagem, como contraste, por exemplo, para que possa ser analisada mais facilmente. As técnicas de

realce da imagem podem ser operações ponto-a-ponto, operações espaciais ou ainda transformadas [31][32]. Dentre estas técnicas encontram-se as alterações dos níveis de brilho, contraste e saturação de uma imagem, bem como os fatores de zoom.

### **II.3.3 Restauração de Imagem**

Como o realce, o objetivo final das técnicas de restauração é melhorar uma imagem em algum aspecto. Com o propósito de diferenciar ambas, considera-se a restauração como sendo um processo que tenta construir ou recuperar uma imagem que foi degradada, usando-se modelos de restauração e/ou filtros lineares [31][32]. Dentre estas técnicas encontram-se as operações de foco, posterização, solarização, filtros de contorno (escalas de cinza e cores) e realce de relevo.

## **II.4 CSCW**

A tendência natural da espécie humana é viver em grupos, trabalhando de forma cooperativa, a fim de obter melhores resultados em decorrência do esforço conjunto. A colaboração, comunicação, compartilhamento de informação, a prática da negociação e um ambiente democrático são requisitos fundamentais para o bom andamento do trabalho cooperativo. Através dos meios de comunicação atuais e das tecnologias disponíveis torna-se possível aproximar pessoas e vencer barreiras geográficas promovendo um ambiente propício para o desenvolvimento do trabalho cooperativo suportado por computador.

#### **II.4.1 Histórico e Objetivos do CSCW**

Usado na literatura desde 1984, o termo CSCW (*Computer Supported Cooperative Work*) se refere as atividades cooperativas síncronas ou assíncronas assistidas por computador com um objetivo comum a ser atingido [20][28]. O correio eletrônico e os sistemas de suporte à teleconferência são exemplos típicos de ferramentas de apoio ao CSCW dado que promovem a comunicação entre os membros de um grupo de trabalho compartilhando um objetivo comum.

Atualmente, os serviços das redes de comunicação têm potencializado o trabalho cooperativo, especialmente apoiado em CSCW. Uma aplicação típica de CSCW deveria incluir alguns dos itens abaixo:

- Troca de informação interativa, incluindo imagens, arquivos e documentos;
- Trabalho cooperativo utilizando editores (*chats*), documentos ou imagens, ferramentas de desenho e *whiteboards*, de modo compartilhados.
- Áudio e vídeo conferência, ou seja, transferência de sinais de áudio e vídeo sincronizados entre duas ou mais estações;

#### **II.4.2 Especificações para Aplicações CSCW**

As aplicações CSCW devem respeitar algumas especificações como forma de garantir o acesso dos usuários e a eficiência no serviço disponibilizado. As seguintes categorias de requerimentos podem ser identificadas:

- **Interoperabilidade e Conectividade:** relacionadas à capacidade de comunicação fim-a-fim de duas ou mais aplicações executadas em sistemas computacionais diferentes. Neste trabalho, foi especificado um protocolo para troca de mensagens entre as aplicações Cliente/Servidor de forma a assegurar a comunicação e o sincronismo entre os usuários do sistema, desde que as especificações do protocolo de aplicação sejam seguidas.
  
- **Coerência dos Dados:** relacionada à garantia do envio e recebimento dos dados pelos usuários durante a execução do sistema. Neste trabalho, tenta-se garantir a coerência dos dados através de uma ferramenta que controla qual usuário está interferindo na imagem no momento, ou seja, a posse do canal disponível para transmissão dos dados síncronos pelos usuários do sistema. Este controle, denominado "*Posse da Palavra*", será detalhado no item III.5.2.1 do texto.
  
- **Sincronismo:** relacionado à capacidade do sistema de manter as informações atualizadas em tempo-real para todos os usuários envolvidos na conferência e distribuídos pela rede. Neste trabalho, a comunicação síncrona entre os participantes é realizada através do envio de mensagens textuais (via *chat*) durante o funcionamento da sessão de conferência. O sincronismo das imagens dos participantes é garantido pela centralização e replicação das alterações sofridas pela imagem.
  
- **Interfaces Gráficas:** A interface do sistema deve ser de fácil uso e acesso, especialmente voltada para médicos com pouco conhecimento em

computação. Deve ser clara e objetiva, obedecer a padrões de interface e utilizar objetos já conhecidos pelo público alvo. Neste trabalho, a interface implementada segue o modelo tradicional das aplicações no ambiente Windows.

- **Baixo Custo:** O fator custo é determinante para o sucesso, aceitação e distribuição de sistemas computacionais. Neste trabalho, foram utilizados módulos computacionais bastante simples e de larga aceitação para o desenvolvimento do ambiente, tais como o correio eletrônico, o serviço de *chat* e uma arquitetura cliente/servidor típica para aplicações sobre a Internet.

## **II.5 Outras Experiências**

Diversos exemplos de trabalhos com implementação de ambiente de suporte ao trabalho cooperativo especificamente projetados para a área médica podem ser encontrados na literatura. Um destes trabalhos é o *Co-Surgeon*, um sistema que combina simulação de cirurgia 3D com tecnologia CSCW para viabilizar, através de acesso remoto de múltiplos usuários em uma rede TCP/IP, a manipulação de modelos anatômicos 3D e simulação de cirurgias compartilhando a mesma visão. Neste trabalho, foi utilizada uma arquitetura cliente/servidor e colaboração síncrona e assíncrona entre os participantes da sessão. O controle da consistência foi feito através de ficha (*token*), onde apenas um participante controla a visão global por vez [7].

Pode-se citar também o trabalho desenvolvido por Euclides de Barros Júnior [21], que consiste num sistema que proporciona um ambiente onde equipes médicas radiológicas podem acessar a um banco de imagens em conformidade ao padrão DICOM 3.0, a partir de seus computadores pessoais, examinar uma mesma imagem radiológica e utilizar a tecnologia Internet existente para a elaboração conjunta do laudo dos pacientes, através de um editor de laudos e um canal de áudio conferência.

Seok-Soo Kim e Dae-Joon Hwang [22] apresentaram um trabalho também baseado em CSCW e dirigido para a telemedicina através da Internet permitindo a interação de médicos, farmacêuticos e pacientes. O sistema se baseia em dois tipos de acessos: *on-line* e *off-line*, com participação de pacientes, médicos e farmacêuticos.

Como ponto comum entre o trabalho aqui desenvolvido e os anteriores está o uso do CSCW aplicado à telemedicina permitindo o compartilhamento de informações e interação entre os especialistas da área médica com o objetivo de elaborar diagnósticos mais precisos, mesmo que estes profissionais estejam remotamente distribuídos. O sistema desenvolvido neste trabalho se caracteriza por uma baixa complexidade computacional, reduzido custo de implementação e capacidade de operar em redes TCP/IP sem qualidade de serviço assegurada, independente do meio de conexão e velocidade de transmissão do usuário local.

## **CAPÍTULO III**

# **SOLUÇÃO PROPOSTA: SALA DE DIAGNÓSTICO VIRTUAL**

### **III.1 Introdução**

Este capítulo apresenta uma descrição da solução proposta para disponibilização de um ambiente virtual multimídia cooperativo com aplicação na área médica, uma vez que se trata de um trabalho com a finalidade de prover um sistema distribuído para auxílio no diagnóstico remoto.

Inicialmente, apresentam-se as técnicas de processamento digital de imagem e CSCW utilizadas no sistema. Em seguida, a nomenclatura adotada no trabalho e uma visão geral do cenário onde será inserida a solução proposta. Posteriormente, as decisões de projeto sobre a plataforma de implementação do protótipo, a descrição detalhada do funcionamento do ambiente e a interface sugerida são explicitadas.

## **III.2 Processamento Digital de Imagem no Sistema**

### **III.2.1 Técnicas de PDI Utilizadas no Sistema**

No protótipo desenvolvido foram utilizadas as técnicas de processamento de imagem digital conhecidas como: brilho, contraste, saturação, foco, posterização, solarização, filtros de contorno e relevo.

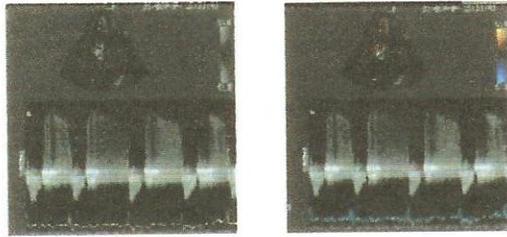
Nas figuras seguinte, são mostradas simulações onde são inferidos sobre as imagens originais um realce de brilho, contraste, saturação, foco, posterização, solarização, filtros de contorno e relevo (respectivamente figuras 1 e 2, 3 e 4, 5 e 6, 7 e 8, 9 e 10, 11 e 12, 13 e 14 e 15), com percentuais desde -100 até +100.



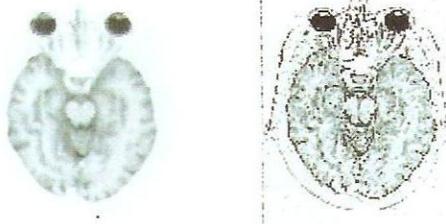
Figuras 1 e 2 – Processamento Digital de Imagem – Brilho



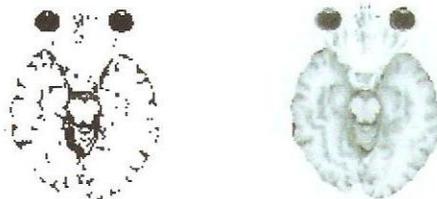
Figuras 3 e 4 – Processamento Digital de Imagem – Contraste



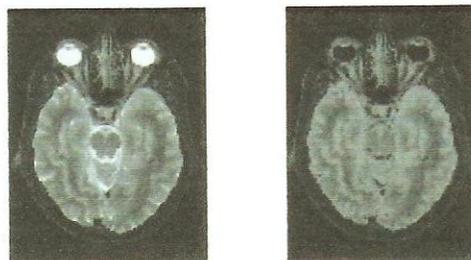
Figuras 5 e 6 – Processamento Digital de Imagem – Saturação



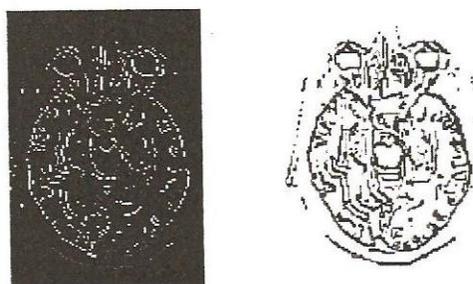
Figuras 7 e 8 – Processamento Digital de Imagem – Foco



Figuras 9 e 10 – Processamento Digital de Imagem – Posterização



Figuras 11 e 12 – Processamento Digital de Imagem – Solarização



Figuras 13 e 14 – Processamento Digital de Imagem – Filtros de Contorno



Figuras 15 – Processamento Digital de Imagem – Relevô

### III.2.2 Ferramentas do *LeadTools* Utilizadas

Neste trabalho, foi utilizada uma versão de avaliação (versão *trial*) do *LeadTools*. Esta versão tem validade de 90 dias e pode ser obtida através da Internet na referência indicada. Os módulos necessários para a implementação do protótipo correspondem ao pacote de componentes *LeadTools* específico para o Visual Basic denominado *LeadTools Raster Imaging*. Esse pacote só não inclui suporte para o formato DICOM, que seria naturalmente fundamental para o caso de uma implementação de uma aplicação voltada à telemedicina. O suporte ao DICOM é fornecido pelo *LeadTools* através do pacote denominado *LeadTools Medical Imaging*, o qual possui algumas restrições de uso, além de demandar um custo elevado para sua aquisição. Essas limitações foram decisivas para a não

inclusão deste pacote na versão atual do ambiente proposto. Vale lembrar, porém, que uma das contribuições do trabalho foi exatamente mostrar a possibilidade de implementar técnicas de tratamento de imagem dentro de um ambiente de trabalho cooperativo voltado à telemedicina através do conjunto de ferramentas *LeadTools*. As funcionalidades implementadas para os formatos de imagem suportados pelo ambiente podem ser facilmente mapeadas para imagens no padrão DICOM sem que mudanças significativas sejam efetuadas no sistema.

### **III.3 Ferramentas CSCW Utilizadas na Abordagem do Sistema**

O protótipo implementado conta com as seguintes ferramentas de apoio ao trabalho cooperativo:

- **Whiteboard (Quadro de Comunicação):** Aplicação multi-usuário e multi-página, possui um plano de fundo comum sobre o qual os usuários podem se comunicar (sincronamente) em conferência, criando e atualizando informações gráficas. O trabalho aplica o conceito do *whiteboard* através da imagem comum disponibilizada para todos os participantes da conferência, que podem interagir promovendo alterações na imagem em busca de um diagnóstico cooperativo.
- **Chat (Bate-Papo):** Ferramenta de comunicação síncrona que permite trocas de mensagens via Internet em tempo real. A comunicação síncrona entre participantes é um recurso valioso quando se desenvolve trabalho cooperativo

em rede, uma vez que permite a troca de informações mais imediata que através do uso de outros meios [28]. Exemplos clássicos de *chat* são os aplicativos ICQ [29] e MSN *Messenger* [30]. Era de se esperar que fossem utilizadas ferramentas de vídeo e áudio conferência, mas a transmissão de mídias contínuas sobre TCP/IP ainda é complexa em termos de garantia de sincronização e de largura de banda exigida, não sendo portanto explorada neste trabalho, assim como em outros sistemas semelhantes [7]. Como o *chat* só requer a transmissão de texto, o tráfego gerado pela aplicação é bastante limitado o que não compromete o funcionamento da conferência.

### III.4 Nomenclatura

Para facilitar o entendimento geral do funcionamento da solução proposta para contemplar o cenário anterior, usaremos a seguinte nomenclatura (Tabela 1):

Termo	Significado
<i>Sala de Diagnóstico Virtual</i> ou <i>Sala</i>	Ambiente virtual que torna possível a análise de <i>Imagens</i> pré-determinadas por um grupo de <i>Colaboradores</i> . Cada <i>Sala</i> recebe, quando da sua criação, um identificador único (ID <i>Sala</i> ) que é designado pelo <i>Servidor</i> .
<i>Convidado</i>	Qualquer indivíduo que foi convidado a participar de uma determinada <i>Sala</i> , inclusive o <i>Gerente</i> , antes do início desta.
<i>Colaborador</i>	Todos os <i>Convidados</i> que estão presentes na <i>Sala</i> .
<i>Gerente</i>	Criador e administrador da <i>Sala</i> , pode interromper a <i>Fila de Requisições</i> quando desejar a <i>Posse da Palavra</i> . Responsável pela emissão do <i>Diagnóstico (Prioridade Alta)</i>
<i>Orador</i>	Estado do <i>Participante</i> ou <i>Gerente</i> quando detém a <i>Posse da Palavra</i> .
<i>Mensagem-Convite</i>	E-mail transmitido aos <i>Convidados</i> com os <i>Dados da Sala</i> a ser disponibilizada.
<i>Imagem</i>	Arquivos de imagens que contém exames médicos armazenados nos Servidores de FTP e deles transferidos para os <i>Clientes</i> (via FTP) e disponibilizados na <i>Sala</i> para que seja submetido à análise e emissão de <i>Diagnóstico</i> pelos <i>Colaboradores</i> .

<i>Diagnóstico</i>	Conclusão textual a que chegaram os <i>Colaboradores</i> após a análise de uma <i>Imagem</i> em uma <i>Sala</i> .
<i>Dados da Sala</i>	Assunto da Sala (tema), <i>Imagem(ns)</i> associada(s), <i>Convidado(s)</i> , <i>Prioridade</i> de cada um, data e hora do início da Sala, data e hora da criação da <i>Sala</i> , <i>Gerente</i> e <i>Servidor de FTP</i> .
<i>Servidor</i>	<i>Servidor</i> da aplicação, detalhado anteriormente no item III.4.1
<i>Cliente</i>	Sistema <i>Cliente</i> local da aplicação, detalhado anteriormente no item III.4.2
<i>Mensagem</i>	Informações síncronas trocadas entre <i>Clientes</i> e <i>Servidor</i> durante a execução da <i>Sala</i> .
<i>Servidor de FTP</i>	<i>Servidor</i> onde são armazenados os arquivos das <i>Imagens</i> para distribuição. É configurado no <i>Cliente</i> para que este possa fazer a transferência das referidas imagens, utilizando o protocolo FTP (detalhado no item III.6), para o armazenamento local.
<i>Ferramentas de Tratamento da Imagem</i>	Técnicas clássicas para o realce da imagem. Estão disponíveis: Brilho, Contraste, Saturação, Foco, Posterização, Solarização, Filtros de contorno (escalas de cinza e cores) e Relevô.
<i>Primitivas Gráficas</i>	Os <i>Colaboradores</i> poderão ressaltar aspectos relevantes desenhando linhas, retângulos e elipses sobre a <i>Imagem</i> , bem como escrevendo textos explicativos.
<i>Histórico</i>	Intervenções executadas sobre a <i>Imagem</i> por cada <i>Orador</i> até o momento.
<i>Gerente Temporário</i>	<i>Participante</i> que exerce as funções do <i>Gerente</i> no caso do mesmo ter perdido a conexão com o <i>Servidor</i> .

Tabela 1 – Termos utilizados para a descrição do ambiente.

### III.5 Visão Geral do Sistema

Este projeto, conforme já assinalado, visa disponibilizar um sistema computacional, que será denominado “*Sala de Diagnóstico Virtual*” ou simplesmente “*Sala*”, em uma rede de computadores para que seja acessado pelos especialistas médicos de seus computadores locais (*clientes*).

A descrição informal de um cenário típico de funcionamento do ambiente é esquematizada a seguir (ver Figura 16):

Quando um médico desejar que determinado exame possa ser analisado cooperativamente por outros especialistas pré-determinados, ele pode marcar uma conferência criando uma *Sala* no sistema, informando o exame (ou os exames) a ser analisado e quem são os outros indivíduos que serão Convidados.

1. Cada um dos Convidados deverá acessar à Sala, no dia e hora determinados, através de uma rede de computadores baseada nos protocolos TCP/IP, como será mostrado no capítulo seguinte.
2. Durante a Sala, todos analisarão as Imagens disponibilizadas em busca de um consenso sobre o caso.
3. Quando o objetivo da Sala for atingido, um Diagnóstico sobre o caso analisado poderá então ser emitido pelo conjunto de Colaboradores.
4. A Sala é finalizada.

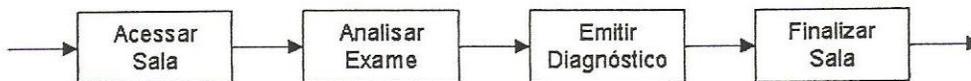


Figura 16 – Visão Geral do Sistema

### III.6 Arquitetura

O ambiente proposto trabalha sobre uma arquitetura típica *cliente/servidor*. Essa arquitetura possui, dentre outros, os seguintes componentes e funcionalidades:

### III.6.1 Servidor

Na implementação proposta, o *servidor* nada mais é que um serviço disponibilizado e integrado ao sistema operacional, funcionando como o ponto centralizador dos dados do ambiente. O programa *servidor* implementa as seguintes funcionalidades:

- Receber as solicitações de conexão de cada *Cliente* através de uma porta específica pré-configurada;
- Fornecer dinamicamente à cada *Cliente* uma conexão para ser utilizada durante a operação de cada *Sala de Diagnóstico Virtual*;
- Envio de *Mensagem Convite* com arquivo de definição da *Sala* aos *Convidados*;
- Rotear e distribuir as mensagens entre os *Clientes* da *Sala*;
- Registrar a localização (endereço IP) de cada *Cliente* e a porta utilizada por ele.

A existência do *Servidor* possibilita a localização das *Salas* e a comunicação entre seus *Colaboradores*, mesmo em ambientes com *Clientes* sem endereços de IP fixos, que não permitam difusão (*broadcast*) ou com *Clientes* sem nomes que possam ser registrados.

O *Servidor* também mantém um Banco de Dados que guarda os *Dados das Salas* e seus respectivos *Convidados*. O Banco de Dados será apresentado posteriormente, no capítulo IV.

### III.6.2 Cliente

O cliente no sistema proposto corresponde a um programa para criação, disponibilização e utilização das salas de diagnósticos. Entre as suas funcionalidades, podem ser destacadas:

- Criação de Salas de Diagnóstico Virtual;
- Inclusão de uma *Imagem à Sala*;
- Processamento cooperativo de *Imagem* através de troca de *Mensagens* entre os *Colaboradores* via *sockets*;
- Desenhos e anotações sobre a *Imagem*;
- Análise textual (*chat*);
- Salvar cópias locais da *Imagem, chat, e Histórico*.
- Emissão de *Diagnósticos*.

O envio antecipado dos arquivos com a definição da *Sala* via e-mail permite que cada *Cliente* receba de forma assíncrona uma cópia local da *Sala* antes do acesso, para

que possam providenciar a transferência da(s) *Imagem(ns)* a ela associada(s) previamente, evitando que isto provoque atrasos no início da *Sala* e no trabalho cooperativo.

Toda a manipulação da *Imagem* é replicada por cada *Cliente* através de troca de estruturas de dados contendo apenas seus parâmetros (*Mensagens*). Funciona como uma redistribuição em tempo real de cada um dos passos do *Histórico* que vão sendo processados localmente por cada *Cliente*, evitando assim a necessidade de transmissão e retransmissão da *Imagem* para cada ação efetuada sobre a mesma.

O *Histórico* pode ser utilizado também para sincronização da *Imagem* dos *Colaboradores* que “chegaram atrasados” à *Sala*.

O *chat* é um meio efetivo de comunicação entre os *Colaboradores*. Permite a discussão e a pré-elaboração de um *Diagnóstico* sobre a *Imagem* analisada.

O ambiente textual para emissão do *Diagnóstico* pelo *Gerente da Sala* permite que o mesmo concentre as conclusões finais sobre a *Imagem* analisada de uma maneira centrada e coerente.

### **III.7 Funcionamento do Sistema**

Segue uma apresentação detalhada do funcionamento do sistema quando da criação da *Sala*, execução da *Sala*, mecanismo de *Posse da Palavra* e *Prioridade*. Em seguida apresenta-se uma análise das soluções adotadas durante o desenvolvimento do protótipo.

### III.7.1 Criação de uma nova Sala

Quando um *Cliente* deseja criar uma *Sala*, primeiramente ele se conecta ao *Servidor*. Em seguida, informa sua intenção mandando uma *Mensagem* de requisição de nova *Sala*. O *Servidor* e o *Cliente* trocam diversas *Mensagens* de requisição e informação dos *Dados da Sala*. Finalizando, o *Servidor* cria um identificador para a *Sala* (ID\_Sala) e envia uma *Mensagem-Convite* à todos os *Convidados*. O *Cliente* que criou a *Sala* passa a ser o *Gerente* da mesma.

Antes da realização da *Sala*, cada *Convidado* deverá acessar o *Servidor de FTP* através do seu sistema *Cliente* ou de outro *Cliente FTP* (um navegador ou *browser*, por exemplo) e proceder com a transferência das *Imagens da Sala* para serem armazenadas em seu computador. O *Convidado* só poderá acessar o ftp com o usuário e senha que vão disponibilizados na *Mensagem-Convite*.

### III.7.2 Execução da Sala

Na data e hora especificadas na *Mensagem-Convite*, os *Convidados* podem requisitar conexão com o *Servidor*. Quando da requisição, o *Cliente* fornece o ID\_Sala da *Sala* pretendida e o *Servidor* verifica se ele é um dos *Convidados*, qual a sua *Prioridade* e se dispõe localmente da(s) *Imagem(ns)* necessária(s). Se o *Convidado* ainda não possuir a(s) *Imagem(ns)* localmente, deverá proceder com a transferência neste momento. Porém, enquanto a transferência não estiver finalizada, este *Convidado* não estará participando da *Sala*. Quando terminar a transferência, ele será aceito na *Sala* e será sincronizado com os *Arquivos*, como será explicado adiante.

Quando os *Convidados* estiverem conectados à *Sala*, serão então classificados como *Colaboradores*. Todos terão à sua disposição durante a *Sala* uma ferramenta de conversação textual (*Chat*), através da qual poderão emitir suas opiniões a qualquer momento. Estarão inseridos em um cenário de conferência, composto principalmente de um plano de fundo comum, constituído de cada uma das *Imagens* a serem analisadas, através de *Ferramentas de Tratamento da Imagem* (implementadas com o *Leadtools*, como descrito no item II.3), *Primitivas Gráficas*, segmentação e fatores de zoom. Porém, o que habilita ou não cada *Colaborador* a poder intervir sobre as *Imagens* é o mecanismo de *Posse da Palavra* e sua *Prioridade*.

O *Servidor* mantém sempre armazenado um *Histórico* de todas as ações executadas sobre a imagem por cada *Orador* até o momento atual para que possa ser procedida a sincronização. A sincronização consiste no envio e execução de todas as intervenções que foram procedidas sobre as *Imagens* até o momento atual na execução da *Sala*.

### **III.7.2.1 Mecanismo de Posse da Palavra**

As intervenções sobre a *Imagem* são controladas por um mecanismo denominado *Posse da Palavra*. Resumidamente, a *Posse da Palavra* dá ao *Colaborador* a capacidade de intervir nas *Imagens* da *Sala*.

Para ter o direito de intervir nas *Imagens*, o *Colaborador* faz uma requisição de *Posse da Palavra* ao *Servidor*. O *Servidor* então o insere na *Fila de Requisições*, onde permanecerá aguardando até que seja a sua vez ou até que desista da requisição. Quando for

a sua vez na *Fila de Requisições*, o *Colaborador* será então o *Orador* e poderá proceder com suas intervenções.

Quando um *Orador* libera (ou perde) a *Posse da Palavra*, ela é automaticamente transferida para o próximo da *Fila de Requisições*, para o *Gerente* ou ainda para o *Gerente Temporário*. O *Gerente* ou *Gerente Temporário* pode intervir na *Fila de Requisições*, o que será discutido mais adiante.

Caso o *Orador* seja o *Gerente da Sala*, reterá a *Posse da Palavra* até que a libere ou ocorram problemas com a sua conexão. Caso o *Orador* não seja o *Gerente*, além destas duas condições, ele também poderá perder a *Posse da Palavra* para o *Gerente* se este fizer uma requisição forçada. Esta requisição é uma *Mensagem* especial que não respeita a ordem da *Fila de Requisições*. Se a *Fila de Requisições* estiver vazia, a *Posse da Palavra* é passada para o *Gerente da Sala*. Um *Participante* pode se retirar da *Fila de Requisições* desistindo da *Posse da Palavra* a qualquer instante.

Para saber se algum *Colaborador* foi desconectado da rede durante a execução da *Sala*, o *Servidor* espera receber mensagens regulares de cada *Colaborador*, a intervalos de tempo pré-configurados. Se o *Orador* perde a conexão, o *Servidor* passa a *Posse da Palavra* para o próximo da *Fila de Requisições*. Se, em qualquer momento, o *Gerente* perder a conexão, o *Servidor* “nomeia” o *Participante* mais antigo da *Sala* como *Gerente Temporário*, até que o *Gerente* retorne. Se acontecer de todos perderem a conexão, a *Sala* é encerrada e poderá ser reaberta, reiniciando todo o processo.

Cada intervenção sobre a *Imagem* é transmitida pelo *Cliente (Orador)* para o *Servidor*, que a retransmite para todos os outros *Colaboradores*, em tempo real, atualizando as *Imagens* e seus *Históricos*. O mecanismo da *Posse da Palavra* evita assim a ocorrência de colisões, já que somente um *Cliente* por vez transmite para o *Servidor*.

Quando um *Colaborador* acessa à *Sala* depois do seu início, ou retorna à *Sala* depois de uma breve desconexão, o *Cliente* recebe do *Servidor* o *Histórico*, e o processa, de modo a manter-se sincronizado com os outros *Colaboradores*. Desta maneira, é mantida a integridade dos dados entre os *Clientes*.

### III.7.2.2 Prioridade

Existe ainda um aspecto que define a importância do pedido de *Posse da Palavra*: a *Prioridade* do *Colaborador*. Os *Colaboradores* são encarados pelo mecanismo de *Posse da Palavra* de acordo com a sua *Prioridade*. Desta maneira, podem ser distinguidos três tipos de *Colaboradores* (Tabela 2):

Termo	Significado
<i>Gerente</i>	Criador e administrador da <i>Sala</i> . Está habilitado a requerer a <i>Posse da Palavra</i> normalmente, bem como reclamá-la (requisição forçada), interrompendo a <i>Fila de Requisições</i> a qualquer momento. A <i>Prioridade Alta</i> também concede ao <i>Gerente</i> o direito de poder “expulsar” (desconectar) da <i>Sala</i> um <i>Participante</i> ou <i>Ouvinte</i> inconveniente.
<i>Participante</i>	<i>Colaboradores</i> que podem requerer a <i>Posse da Palavra</i> , mas não podem interromper a <i>Fila de Requisições (Prioridade Média)</i> .
<i>Ouvinte</i>	<i>Colaboradores</i> que não possuem permissão para requerer a <i>Posse da Palavra (Prioridade Baixa)</i> , ou seja, expectadores passivos.

Tabela 2 – Mudança de estado dos participantes durante a execução da *sala*

Depois que as análises das *Imagens* atingem um nível satisfatório para todos, especialmente para o *Gerente*, este poderá proceder com a emissão do *Diagnóstico*. O *Diagnóstico* é um documento texto que conclui tudo o que foi discutido na *Sala*. Ao término do *Diagnóstico*, os arquivos da *Sala*, *Histórico*, *Imagens* e *Diagnóstico* podem ser armazenados localmente por cada *Cliente*.

A *Sala* é encerrada pelo *Gerente*. Com o encerramento, os *Colaboradores* continuam com a conexão (como *Ouvintes*) e devem, então, proceder com a desconexão do *Servidor*.

### **III.7.3 Análise das Soluções Adotadas**

Seguem algumas considerações sobre as decisões adotadas no decorrer do desenvolvimento do protótipo:

A escolha de uma arquitetura típica com um programa servidor como centralizador das operações no sistema foi adotada por possibilitar a localização das salas e a comunicação entre seus participantes mesmo em ambientes com clientes sem endereços de IP fixos, que não permitam difusão (*broadcast*) ou com clientes sem nomes que possam ser registrados. O servidor também mantém um banco de dados que armazena as informações relativas a todas as salas em execução e de seus respectivos convidados.

Com relação aos clientes, o envio antecipado dos arquivos com a definição da *Sala* via e-mail permite que cada colaborador receba uma cópia local da *Sala* antes de sua execução efetiva. Os colaboradores podem providenciar a transferência da(s) *Imagem(ns)* associada(s) à *Sala* previamente, e de maneira completamente independente, evitando que

isto provoque atrasos na inicialização da Sala e no trabalho cooperativo. A disponibilização das Imagens em um Servidor de FTP comum foi escolhida devido à facilidade do acesso dos clientes a este tipo de servidor e a segurança pela necessidade de permissão para acessá-lo. As Imagens utilizadas neste trabalho são, na sua maioria, propriedade dos pacientes. O Servidor de FTP trabalha com permissões de leitura e escrita para manipulação de seus arquivos (usuário e senha), inviabilizando assim uma manipulação indevida destas Imagens. O sistema não implementa nem sugere nenhum modelo para o armazenamento das imagens em um o banco de dados específico para este fim. O banco de dados sugerido armazena somente os dados dos usuários e configurações das salas virtuais. Esta opção permite criar uma solução que pode ser facilmente associada a um PACS usando qualquer tipo de padrão como, por exemplo, o DICOM, o padrão internacional para interconexão de periféricos relacionados a imagens médicas.

Toda a manipulação (processamento) da imagem é replicada por cada cliente através de troca de mensagens bastante simples, contendo parâmetros para modificação das Imagens. Estas mensagens são distribuídas em tempo real e vão fazer parte do registro (histórico) das ações que vão sendo processadas localmente por cada cliente. O registro (histórico) do processamento pode ser utilizado também para sincronização da imagem de colaboradores que iniciaram suas conexões algum tempo após o início da conferência. Este mecanismo permite realizar a colaboração síncrona e assíncrona na conferência de maneira bastante satisfatória.

O ambiente textual para emissão do diagnóstico final pelo gerente da Sala permite que o mesmo concentre as conclusões finais sobre o exame analisado de uma maneira

centrada e coerente, já que só ele mesmo poderá acessá-lo. O sistema não implementa ainda um mecanismo de controle de votação, uma vez que tais informações são centralizadas no gerente que tem a palavra final na emissão do diagnóstico.

O bate-papo (*chat*) é efetivamente uma forma simples e prática para estabelecer a comunicação entre os participantes da Sala. Ele permite a discussão e a pré-elaboração de um laudo sobre a imagem analisada consumindo pouca largura de banda da rede. Evidentemente, sistemas mais elaborados de suporte à telemedicina devem incluir transmissão de vídeo e áudio entre participantes, entretanto a inclusão destas mídias acrescenta problemas de sincronização e garantia de qualidade de serviço que não fazem parte do objetivo fundamental do ambiente que é a realização de um diagnóstico remoto a partir de imagens.

### **III.8 Plataforma**

Foram assumidas as seguintes opções durante o desenvolvimento do protótipo:

- **Sistema Operacional - Windows (32 bits):** Escolhido por tratar-se do sistema operacional predominante no mercado, com suporte “nativo” a redes de computadores (Internet).
- **Protocolos de Rede – TCP/IP:** Escolhidos por serem os protocolos da Internet, que se apresenta como a melhor e mais flexível solução para o trabalho cooperativo entre pessoas geograficamente dispersas e, finalmente, por serem utilizado diretamente e de maneira uniforme pelas camadas de rede

mais altas. O elemento que mantém a unificação da Internet é o protocolo IP (*Internet Protocol*), que foi projetado tendo como objetivo a ligação inter-redes. Sua tarefa é fornecer a melhor forma de transportar mensagens (datagramas IP) desde a origem até o destino, independente de estas máquinas estarem na mesma rede ou em redes intermediárias. Para transmissão dos datagramas IP, dispomos de dois protocolos distintos: o UDP (*User Datagram Protocol*) e o TCP (*Transmission Control Protocol*). O TCP é um protocolo de transporte orientado à conexão e foi projetado para oferecer uma comunicação fim a fim confiável, em uma rede não-confiável. O IP não oferece qualquer garantia que os datagramas serão entregues da forma apropriada. Cabe ao TCP administrar os temporizadores e retransmiti-los sempre que necessário. Os datagramas também podem chegar fora de ordem, cabendo também ao TCP reorganizá-los na seqüência correta. Resumindo, o TCP fornece a confiabilidade que falta ao IP [23].

- **Protocolo de Transferência de Arquivos – FTP (*File Transfer Protocol*):** Em uma rede TCP/IP, um dos protocolos que prestam serviços aos usuários é o FTP, que possibilita a transferência confiável de arquivos através da rede de computadores, utilizando para tanto duas portas conhecidas, a porta 20 para o controle da conexão e a porta 21 para a transferência dos dados [24].
  
- **Linguagem de Programação - Visual Basic (32 bits):** Escolhida por tratar-se de uma linguagem de programação para ambiente *Windows* com características de orientação a eventos muito apropriadas para o tipo de

aplicação proposto e por contar com suporte à integração com outras aplicações e bibliotecas Microsoft para a plataforma Windows e com a Internet.

– Principais Bibliotecas:

- **LeadTools** – Bibliotecas para processamento de imagens – Escolhida por incorporar capacidade para manipular e processar inúmeros formatos de arquivos de imagem, inclusive todas as variações do padrão DICOM [25].
- **WinSocks 32 bits** – Biblioteca para comunicação entre processos remotos utilizando TCP ou UDP sobre IP – Escolhida pela simplicidade de implementação e eficiência na troca de mensagens ou dados entre aplicativos cliente / servidor em redes TCP/IP. O serviço TCP é obtido quando tanto o transmissor quanto o receptor estabelecem uma conexão (criam *sockets*). Cada *socket* contém um endereço (número) que consiste no endereço IP do host mais um número de 16 bits local para este host, denominado porta. Para que um serviço TCP funcione, é necessário que uma conexão seja explicitamente estabelecida entre um *socket* da máquina transmissora e um *socket* da máquina receptora. A interface entre um programa aplicativo e o protocolo de comunicação em um sistema operacional é denominada API (*Application Program Protocols*). O *socket* API é um padrão no mercado [26].

- **Win32 API** – Conjunto de bibliotecas nativas do Windows que fornecem as funções de sistema operacional – Fornece as funções básicas de sistema operacional [27].
- **MAPI32** – Biblioteca para funções de manipulação de mail – Fornece as funções básicas de criação, envio e recepção de e-mails para clientes *Windows*.

### III.9 Interface Gráfica

A interface gráfica desenvolvida para o sistema está ilustrada na figura 17.

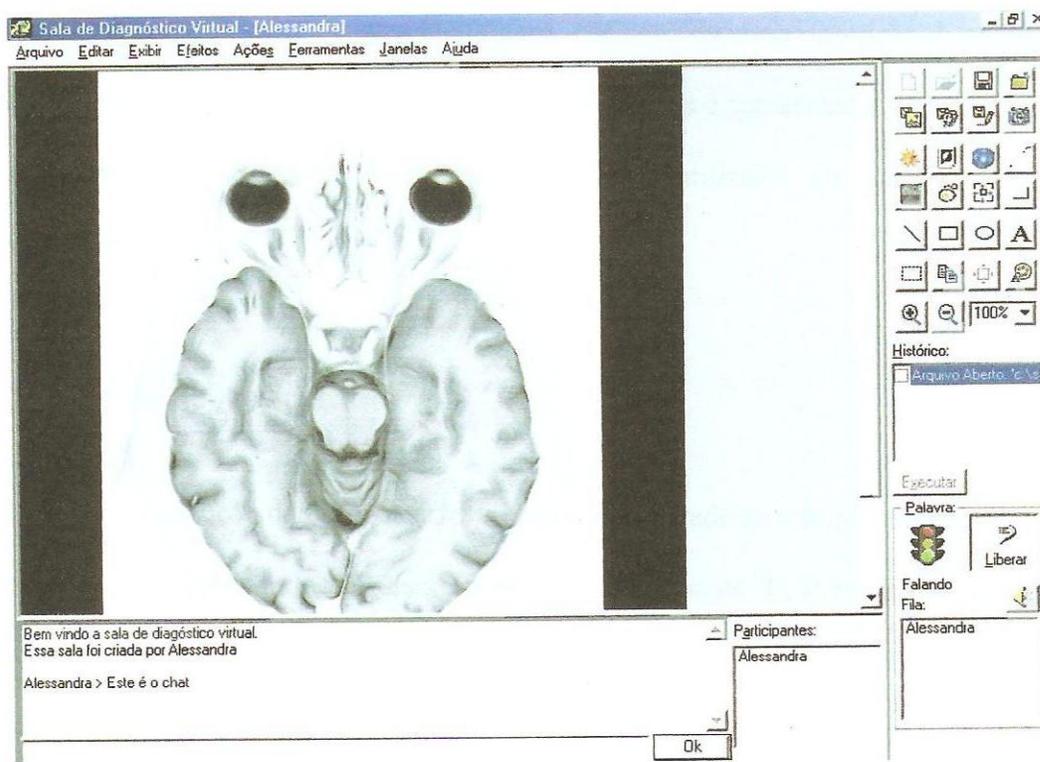


Figura 17 – Interface Gráfica da Sala de Diagnóstico Virtual

## CAPÍTULO IV

# PROTOCOLO DE APLICAÇÃO PROPOSTO

### IV.1 Introdução

Este Capítulo apresenta uma descrição do protocolo de aplicação proposto para realizar a troca de mensagens que permite a interação entre os clientes e o servidor durante a execução da Sala de Diagnóstico Virtual no sistema e do Banco de Dados utilizado.

A parte inicial do Capítulo trata da especificação do protocolo de aplicação proposto, bem como o tipo e o formato de suas mensagens. Em seguida, uma descrição detalhada da seqüência de *mensagens* trocadas durante a execução da sala é apresentada. A parte final do Capítulo descreve o formato do Banco de Dados utilizado no Servidor e suas funcionalidades.

### IV.2 Protocolo de Aplicação

Durante a execução da *Sala*, estarão trafegando pela rede de computadores, via TCP, datagramas IP. Um datagrama IP está encapsulado no pacote TCP e consiste em duas partes: cabeçalho e texto. O cabeçalho tem uma parte fixa de 20 bytes e uma parte opcional de tamanho variável, e é composto de alguns campos pré-determinados. A segunda parte do datagrama IP consiste no texto a ser transmitido. É nesta parte que concentramos o nosso trabalho de especificação do Protocolo de Aplicação proposto.

O Protocolo de Aplicação define a comunicação entre os *Clientes* e o *Servidor* durante a execução da *Sala*, ou seja, o conjunto de *Mensagens* que poderão ser trocadas sincronamente. As *Mensagens* possuem um formato padronizado e tipos (categorias) pré-definidos. Através destas *Mensagens* é possível, para o programa *Servidor*, compartilhar a informação entre todos os *Clientes* conectados a uma *Sala*, garantindo a sincronização e a consistência dos dados.

#### IV.2.1 Formato das Mensagens

As *Mensagens* apresentam um formato básico (Figura 18), constituído de uma parte fixa, denominada Cabeçalho, e uma parte variável, correspondente aos Parâmetros.

Tipo	Sub-Tipo	Sala	Colaborador	Controle
Parâmetros				

Figura 18 – Formato das *Mensagens*

##### IV.2.1.1 Cabeçalho

Cada campo do Cabeçalho apresenta um significado fixo para todas as *Mensagens*, de acordo com a Tabela 3. As colunas Campo, Início, Tamanho, Tipo, Formato e Significado da Tabela 3 indicam, respectivamente, a ordem de apresentação do campo na *Mensagem* (Campo), sua posição (Início), tamanho, tipo (N = Numérico, L = Lógico – 0 ou 1 e A = Alfa Numérico), formato dos seus dados (representação) e sua denominação.

Cabeçalho					
Campo	Início	Tamanho	Tipo	Formato	Significado
0	1	1	N	9	Tipo
1	2	3	N	999	Sub-Tipo (Ver Tabelas 5, 6, 7 e 8)
2	5	6	N	999999	ID_Sala
3	11	6	N	999999	Colaborador
4	17	8	L	01111111	Controle

Tabela 3 – Cabeçalho das *Mensagens* do Protocolo de Aplicação

O campo Tipo indica, como fica subentendido, o Tipo (categoria) da *Mensagem*.

Além de indicar o Sub-Tipo da *Mensagem*, que nada mais é do que o identificador da *Mensagem* propriamente dito (ver Tabelas 5, 6, 7 e 8), o campo Sub-Tipo possui ainda uma particularidade: seu primeiro dígito indica se a *Mensagem* é uma requisição (0) ou uma resposta à requisição (1 = confirmação, 2 = negação).

O campo seguinte indica o identificador da *Sala* de onde provém a *Mensagem* (ID\_Sala).

O próximo campo indica o *Colaborador* que está enviando a *Mensagem*, através do seu identificador (ID\_Colaborador).

O campo Controle é constituído de 8 bits. O primeiro bit indica se existe mais algum campo de Controle na *Mensagem* e, conseqüentemente, mais uma seqüência de Parâmetros (0 = último Controle, 1 = mais um Controle). Os bits seguintes indicam a presença ou não de cada um dos campos de Parâmetro.

#### IV.2.1.2 Parâmetros

Os Parâmetros indicam a parte variável da *Mensagem*. Consistem em um conjunto de campos que podem ou não existir, de acordo com o campo Controle. Os campos estão descritos na Tabela 4. As colunas Campo, Início, Tamanho, Tipo, Formato e Significado da Tabela 4 indicam, respectivamente, a ordem de apresentação do campo na *Mensagem*, sua posição, tamanho, tipo (N = Numérico, L = Lógico – 0 ou 1 e A = Alfa Numérico), formato dos seus dados (representação) e sua denominação.

Parâmetros					
Campo	Início	Tamanho	Tipo	Formato	Significado
5	25	1	N	9	ID Imagem
6	26	5	N	99999	Campos Auxiliares ( <i>long</i> ) Indicam os valores dos parâmetros numéricos existentes em cada <i>Mensagem</i>
7	31	5	N	99999	
8	36	5	N	99999	
9	41	5	N	99999	
10	46	5	N	99999	
11	51	3	N	999	Tamanho Indica o tamanho da <i>string</i> do campo Texto
	54	1..256	A		Texto <i>String</i> de caracteres

Tabela 4 – Parâmetros das *Mensagens* do Protocolo de Aplicação

#### IV.2.2 Tipos e Sub-Tipos de Mensagens

Cada *Mensagem* poderá pertencer a um dos quatro tipos pré-definidos, que indicam a qual categoria pertence: Controle, Chat, Intervenção ou de Erro.

##### IV.2.2.1 Mensagens de Controle

As *Mensagens* de Controle (Tipo = 0) são *Mensagens* curtas e indicam um modo, requisição ou informação do Participante ou do Servidor. Elas estão pré-definidas na Tabela 5, bem como o Controle que acompanha cada uma delas, definindo seus Parâmetros.

Mensagens de Controle				
Sub-Tipo	Significado	Controle	Campos Auxiliares	Texto
000	Requisição de Acesso	00000001	Null	Nome Colab
001	Informa Colaborador	00100001	Prioridade	Colaborador
002	Continua Conectado	00000000	Null	Null
003	Informa Gerente Temporário	00000001	Null	Motivo
004	Emissão de Diagnóstico	00000001	Null	Diagnóstico
005	Requisição de Encerramento	00000001	Null	Motivo
006	Requisição de Nova Sala	00000000	Null	Null
007	Informa ID Sala	00000000	Null	Null
008	Requisição de Data e Hora	00000000	Null	Null
009	Informa Data e Hora	00000001	Null	Data e Hora
010	Requisição de Assunto	00000000	Null	Null
011	Informa Assunto	00000001	Null	Assunto
012	Requisição de Convidado	00000000	Null	Null
013	Informa Convidado	00100001	Prioridade	Convidado
014	Requisição de Imagem	00000000	Null	Null
015	Informa Imagem	01000001	Null	Arquivo
016	Término de Transferência	00000000	Null	Null
017	Gravação Sala	00000000	Null	Null
018	Requisição de Alteração	00000000	Null	Null
019	Requisição de Palavra	00000000	Null	Null
020	Dispensa de Palavra	00000000	Null	Null
021	Lista de Requisições	00100000	Posição	Null
022	Recebe Palavra	00000000	Null	Null
023	Libera Palavra	00000000	Null	Null
024	Perde Palavra	00000000	Null	Null
025	Toma Palavra	00000000	Null	Null
026	Expulsão de Colaborador	00000001	Null	Motivo
027	Requisição de Sincronização	01000000	Null	Null
028	Envio de Passo	011????0	Nº Passo	Passo Hist.
029	Término de Sincronização	01100000	Nº Passos	Null
030	Pedido de Desconexão	00000000	Null	Null
031	Desconectado	00000000	Null	Null
032	Gerente Temporário	00000001	Null	Colaborador

Tabela 5 – Mensagens de Controle

#### IV.2.2.2 Mensagem de Chat

A *Mensagem* de Chat (Tipo = 1) é uma *Mensagem* de texto, que possui Controle = 10000001, informando nos Parâmetros o texto do *Chat* em si. A *Mensagem* de *Chat* está pré-definida na Tabela 6.

Mensagem de Chat				
Sub-Tipo	Significado	Controle	Campos Auxiliares	Texto
000	Mensagem de Chat	10000001	Null	Mensagem do Chat (texto)

Tabela 6 –*Mensagem* de Chat

#### IV.2.2.3 Mensagem de Intervenção

As *Mensagens* de Intervenção (Tipo = 3) são *Mensagens* mais longas que indicam que uma intervenção foi produzida na *Imagem* pelo *Orador*. Essas *Mensagens* são replicadas pelo *Servidor* aos *Colaboradores* e inseridas nos *Históricos*.

Por exemplo, se um *Orador* (ID\_Colaborador = 555555), na *Sala* com ID\_Sala = 777777), desenha um retângulo sobre a *Imagem* (ID\_Imagem = 102222) a partir das coordenadas (10,20) até as coordenadas (40,50), ele gera a *Mensagem* [3|010|555555|11111100|777777|102222|00010|00020|00040|00050] para o *Servidor*, que a reenvia a todos os outros *Colaboradores* da *Sala* para que o retângulo seja replicado nas *Imagens* locais de cada um.

Desta maneira, sempre estarão trafegando pela rede *Mensagens* relativamente curtas de dados, e não *Imagens* modificadas.

As *Mensagens* de Intervenção estão pré-definidas na Tabela 7, bem como o Controle que acompanha cada uma delas, definindo quais campos de Parâmetros estão presentes e os dados que eles contém.

Mensagens de Intervenção				
Sub-Tipo	Significado	Controle	Campos Auxiliares	Texto
000	Brilho	01110000	Percentual, Fator (+ou-)	Null
001	Contraste	01110000	Percentual, Fator (+ou-)	Null
002	Saturação	01100000	Percentual	Null
003	Posterização	01100000	Níveis	Null
004	Solarização	01100000	<i>Threshold</i>	Null
005	Focalização	01100000	Percentual	Null
006	Limiarização (cinza)	01110000	Limiar, Delta	Null
007	Limiarização (color)	01111000	Limiar, Delta, Erro	Null
008	Relevo	01110000	Direção, Profundidade	Null
009	Linha	01110000	X_Inicial, X_Final	Null
010	Retângulo	01111100	X_Inicial, X_Final, Y_Inicial, Y_Final	Null
011	Círculo	01111100	X_Inicial, X_Final, Y_Inicial, Y_Final	Null
012	Texto	01111001	Top_Inicial, Left_Inicial, Cor	Texto
013	Seleção	01111100	X_Inicial, X_Final, Y_Inicial, Y_Final	Null
014	Zoom Mais ou Menos	01111110	X_Inicial, X_Final, Y_Inicial, Y_Final, Zoom	Null
015	Zoom Exato	01100000	ID_Zoom	Null
016	Segmentar	01111100	Novo_Height, Novo_Width, Novo_Left, Novo_Top	Null
017	Seleciona Imagem	01000000	Null	Null
018 a 999	Reservados para uso futuro	01*****	Null	Null

Tabela 7 – *Mensagens* de Intervenção

#### IV.2.2.4 Mensagens de Erro

As *Mensagens* de Erro (Tipo = 4) indicam um erro que ocorreu durante a execução do programa cliente. As *Mensagens* de Erro estão pré-definidas na Tabela 8. O único Parâmetro que ela apresenta é um texto informando a descrição do erro.

Mensagens de Erro				
Sub-Tipo	Significado	Controle	Campos Auxiliares	Texto
000	Erro na comunicação	00000001	Null	Descrição
001	Erro no envio dos dados	00000001	Null	Descrição

Tabela 8 – Mensagens de Erro

### IV.3 Descrição da Seqüência de Mensagens

Como já foi dito anteriormente, o ambiente foi construído sobre uma arquitetura Cliente / Servidor usando os protocolos de transporte TCP.

Para a explicação do funcionamento do protocolo de aplicação implementado, será utilizada a nomenclatura *Servidor* para indicar programa servidor do ambiente, a nomenclatura *Cliente* para os programas cliente executados por cada um dos *Colaboradores da Sala* e o código [555555] como o ID\_Colaborador.

#### IV.3.1 Inicialização do Servidor e do Cliente

A partir de sua inicialização o *Servidor* fica “escutando” (verificando a chegada de pacotes de dados em intervalos de tempo regulares) uma porta pré-configurável. Todas as máquinas clientes devem estar configuradas para contatar o *Servidor* na mesma porta.

Somente a conexão com um *Servidor* habilita o *Cliente* a criar uma nova *Sala* e participar de uma *Sala* existente. Sem conexão, o *Cliente* pode ter acesso a uma *Sala* local, ou seja, abrir uma imagem no ambiente e inferir sobre ela, porém não tem como interagir com os outros *Cientes* conectados.

Quando recebe um pedido de conexão de um *Cliente*, o *Servidor* cria a conexão, atribui um identificador único a essa conexão e volta a escutar a porta a espera de novas solicitações. Cada conexão possui um identificador único, apesar de compartilharem a mesma porta. Através deste identificador, o *Servidor* reconhece o *Cliente* que enviou uma determinada *Mensagem* e para onde deve enviar uma eventual resposta. Desta maneira, contemplamos “n” *Clientes* simultaneamente utilizando uma única porta.

#### IV.3.2 Criação de Nova Sala

Quando desejar criar uma *Sala*, o *Cliente* deverá primeiro se conectar ao *Servidor*. Depois de estabelecida a conexão, o *Cliente* envia para o *Servidor* uma *Mensagem* de **[Requisição de Nova Sala – 006]**. O *Servidor* então cria um identificador para a nova Sala (ID\_Sala) e o envia para o *Cliente* **[Informa ID\_Sala – 007]**. O *Servidor* requisita em seguida a Data e Hora em que a *Sala* deverá acontecer **[Requisição de Data e Hora – 008]**. Recebe do *Cliente* a *Mensagem* **[Informa Data e Hora – 009]**. O *Servidor* requisita o assunto da Sala **[Requisição Assunto – 010]** e recebe a *Mensagem* **[Informa Assunto – 011]**. Em seguida, o *Servidor* passa a requisitar os *Convidados* da *Sala* e suas respectivas *Prioridades*, **[Requisição de Convidado – 012]**, até que a *Mensagem* **[Informa Convidado - 013]** venha vazia.

Após estes dados, o *Servidor* requisita a(s) *Imagem(ns)* da *Sala* através da *Mensagem* **[Requisição de Imagem – 014]** e recebe como resposta a *Mensagem* **[Informa Imagem – 015]** que contém o ID\_Imagem gerado para a *Imagem* e o nome do arquivo (que foi local e previamente armazenado). Estes passos serão executados até que não tenham mais *Imagens* a adicionar para esta *Sala* (*Mensagem Informa Imagem* vem vazia).

Em seguida, o *Cliente* procede com a transferência da(s) *Imagem(ns)* para o *Servidor de FTP*. Este *Servidor* é configurado previamente, tanto no *Cliente* quanto no *Servidor da Sala*. Quando o *Cliente* completar as transferências das *Imagens*, transmite uma *Mensagem de [Término de Transferência – 016]* para o *Servidor*, que gera um arquivo texto com as definições da *Sala* e o encaminha (via e-mail) a cada um dos *Convidados*. Finalmente, o *Cliente* recebe a mensagem [*Gravação Sala – 017*].

Uma ilustração explicativa da criação da sala é mostrada a seguir, na Figura 19.

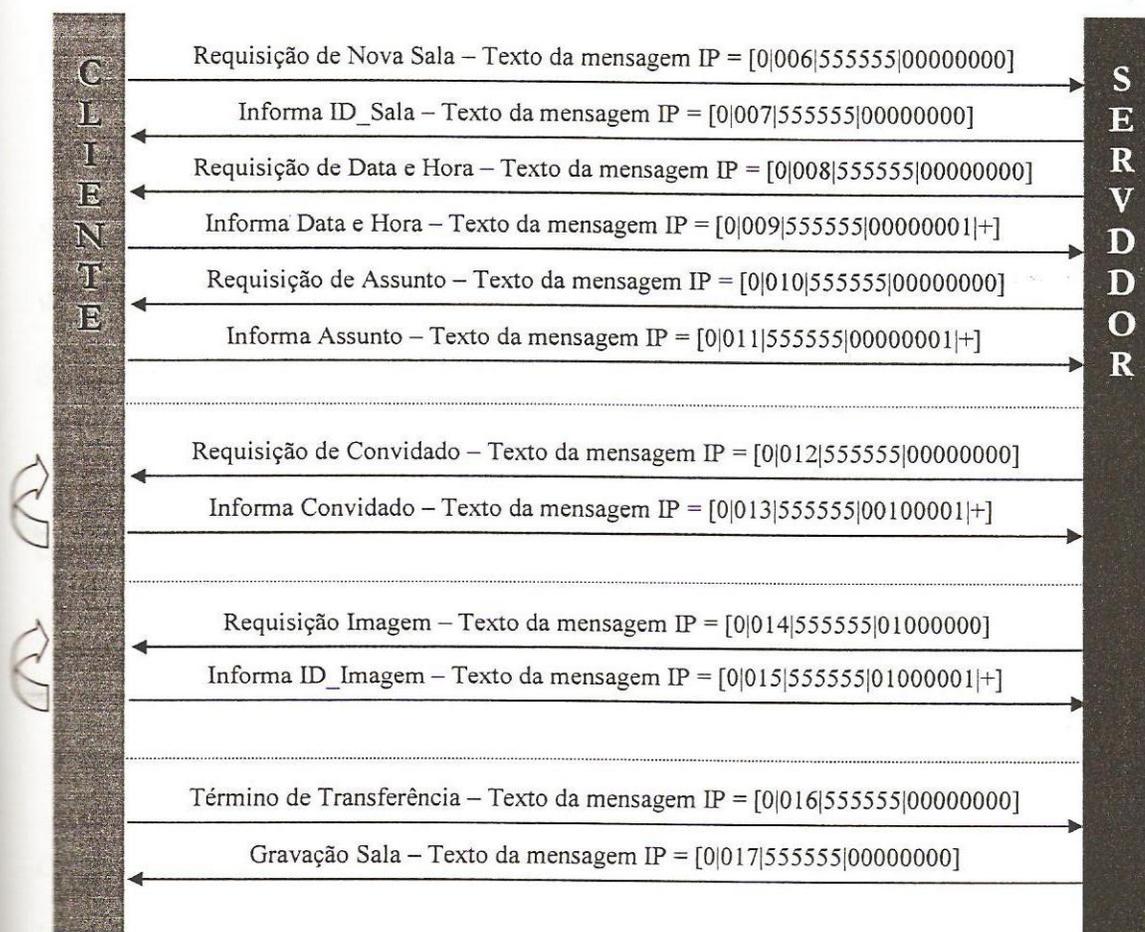


Figura 19 – Diagrama de criação de uma nova sala

### **IV.3.3 Alteração ou Cancelamento de Sala**

Quando deseja alterar ou cancelar uma *Sala* que ele mesmo tenha criado, o *Cliente*, depois de conectado ao *Servidor*, manda uma mensagem de **[Alteração da Sala – 018]** informando o *ID\_Sala* para o *Servidor*, que procederá com a requisição dos dados de acordo com o item IV.3.2.

Depois de criada, uma *Sala* não poderá ser excluída. Neste caso, o *Gerente* deverá enviar um e-mail aos *Convidados* informando que a *Sala* foi cancelada.

### **IV.3.4 Acesso a uma Sala**

Depois de estabelecida a conexão com o *Servidor*, se o *Cliente* deseja acessar uma *Sala*, envia para o *Servidor* uma *Mensagem* de **[Requisição de Acesso – 000]**. O *Servidor* verifica se a *Sala* está aberta. Se estiver, o *Servidor* estabelece a conexão do *Cliente* com a *Sala*, confirma o seu acesso através da *Mensagem* **[Requisição de Acesso – 100]**.

Em seguida, o *Servidor* informa aos outros *Colaboradores* da sua chegada, bem como o informa quais são os outros *Colaboradores* que estão conectados, enviando para todos a *Mensagem* **[Informa Colaborador – 002]** (que distribui a lista de todos os *Colaboradores*), até que não haja mais *Colaboradores*.

Em seguida, executa a sincronização do *Cliente* (novo *Colaborador*) com os *Colaboradores* existentes através do envio do *Histórico* atual e suas modificações (ver item IV.3.5).

Se a *Sala* ainda não estiver aberta, o *Servidor* a disponibiliza para o *Cliente* e lhe dá a *Posse da Palavra* (ver item IV.3.6).

Durante toda a sua permanência na *Sala*, cada *Cliente* envia para o *Servidor* a *Mensagem [Continua Conectado – 002]* para que, desta maneira, o *Servidor* possa saber se uma conexão com um *Cliente* foi perdida.

Uma ilustração explicativa do acesso à uma sala é mostrada a seguir, na Figura 20.

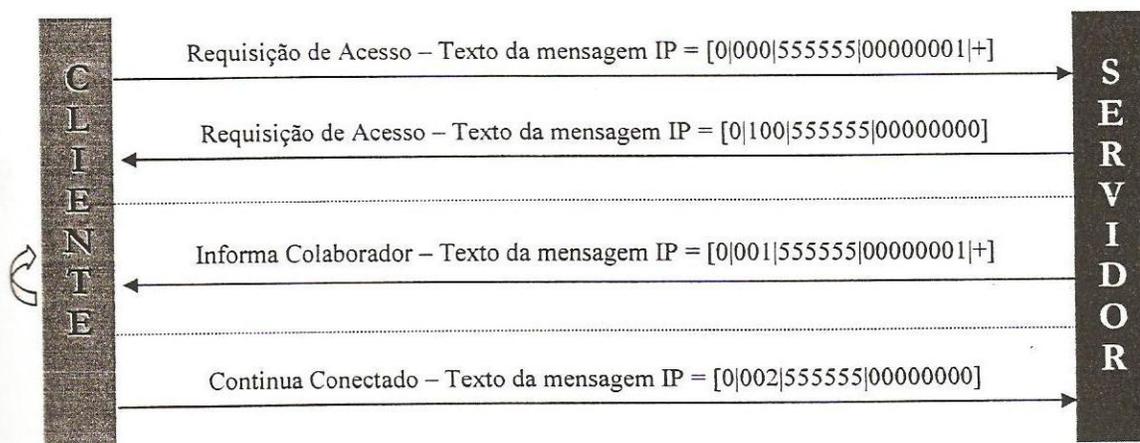


Figura 20 – Diagrama de acesso a uma sala

#### IV.3.5 Sincronismo de Histórico

Para sincronizar os *Históricos* dos *Colaboradores* da *Sala* diante de um pedido de sincronização (*Mensagem [Requisição de Sincronização – 027]*) ou da entrada de um novo *Colaborador* (como mostrado no item IV.3.4), o *Servidor* envia cada passo do *Histórico* em uma *Mensagem [Envio de Passo – 028]* e recebe a confirmação do recebimento [*Envio de Passo – 128*]. Vale salientar que cada passo do sincronismo do

*Histórico* é executado para uma *Imagem* específica, portanto, em todas as *Mensagens* há o identificador da *Imagem* (ID\_Imagem).

Quando não existirem mais passos a serem enviados, ou seja, quando a sincronização estiver completa, o *Servidor* envia uma *Mensagem* de [Término de Sincronização – 029].

Uma ilustração explicativa do acesso ao histórico é mostrada a seguir, na Figura 21.

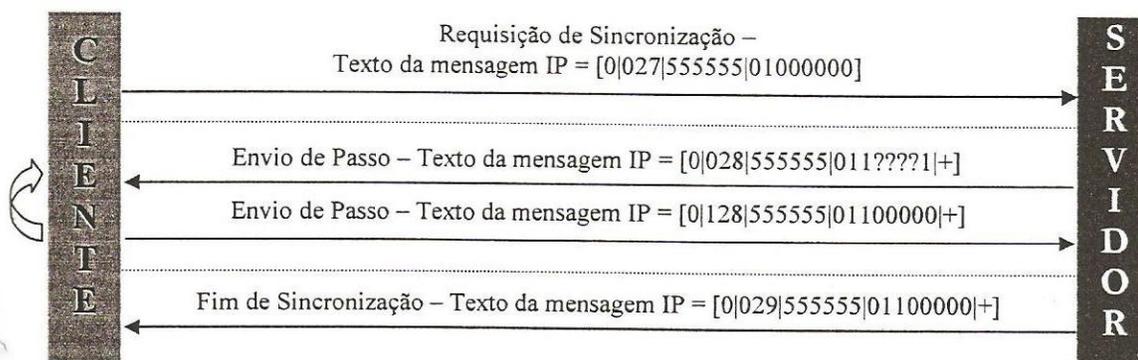


Figura 21 – Diagrama sincronismo de histórico

#### IV.3.6 Controle da Palavra

O controle da *Posse da Palavra*, conforme já mostrado no item III.5.2.1, consiste na administração das intervenções efetuadas na *Imagem*. O mecanismo que controla a *Posse da Palavra* é independente do *Chat*, ou seja, qualquer *Colaborador* pode expressar a sua opinião textual através do *Chat* em qualquer tempo, independentemente da sua *Prioridade*. Porém, para que possa intervir na *Imagem*, modificando-a, é necessário primeiro que ele possua *Prioridade* Alta ou Média. Por este motivo, explicaremos a seqüência de *Mensagens* de acordo com a *Prioridade* do *Colaborador*.

Mas, independente da *Prioridade* do *Colaborador*, a *Mensagem* [**Libera Palavra – 023**] poderá ocorrer caso o mesmo tenha requisitado a *Posse da Palavra* e desistido dela antes de obtê-la.

- **Prioridade Alta:** Quando deseja a *Posse da Palavra*, o *Gerente* tem duas opções: entra na *Fila de Requisições* (sempre entra como o próximo da fila) através da *Mensagem* [**Requisição de Palavra – 019**] ou faz uma requisição forçada da *Posse da Palavra* através da *Mensagem* [**Toma Palavra – 025**]. Se optou pela primeira opção, o *Servidor* confirma sua requisição inserindo-o na *Fila de Requisições* e informando sua posição através da *Mensagem* [**Lista de Requisições – 021**]. A partir deste momento, o *Gerente* aguarda a *Mensagem* [**Recebe Palavra – 022**] enviada pelo *Servidor*. Porém, se optou pela Segunda opção, o *Servidor* envia uma *mensagem* de [**Perde a Palavra – 024**] para o *Orador* anterior, que perde seu lugar. Em ambos os casos, o *Gerente* (agora *Orador*) terá a *Posse da Palavra* até que envie a *Mensagem* [**Libera Palavra – 023**] ou caso perca a conexão. (ver item IV.3.7).
- **Prioridade Média:** Quando deseja a *Posse da Palavra*, o *Participante* faz a solicitação pela *Mensagem* [**Requisição de Palavra – 019**]. O *Servidor* então confirma sua requisição através da *Mensagem* [**Requisição da Palavra – 119**], insere o *Participante* na *Fila de Requisições* e informa sua posição através da *Mensagem* [**Lista de Requisições – 021**]. A partir deste momento, o *Participante* permanece aguardando até que o *Servidor* lhe envie a *Mensagem* [**Recebe Palavra – 022**]. Já como *Orador*, o *Participante* terá a

Posse da Palavra até que envie a Mensagem [Libera Palavra – 023], caso tenha perdido a conexão (ver item IV.3.7) ou ainda se o Gerente fizer uma requisição forçada. No último caso, o Participante recebe do Servidor a Mensagem [Perde a Palavra – 024].

Uma ilustração explicativa do controle da posse da palavra é mostrada a seguir, na

Figura 22.

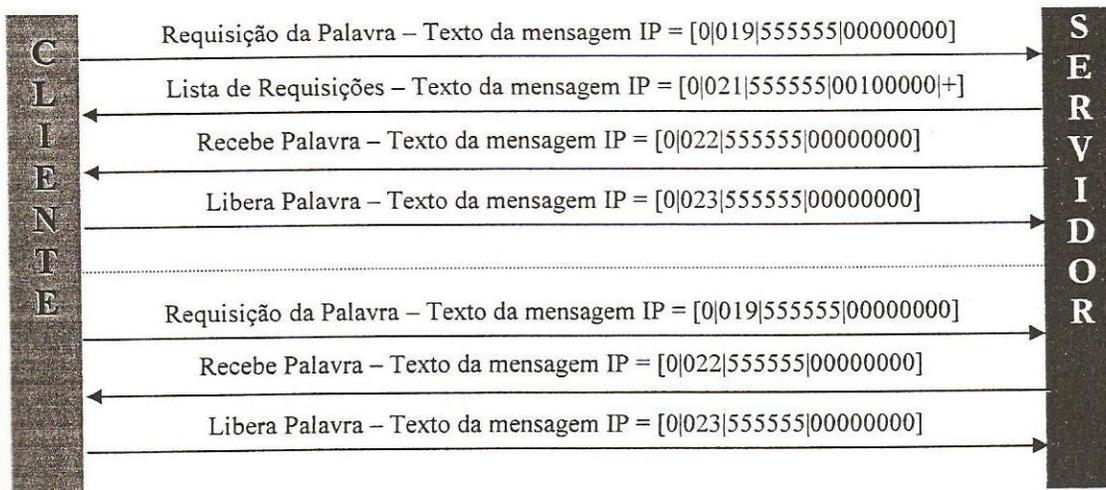


Figura 22 – Diagrama controle da posse da palavra

#### IV.3.7 Administração da Sala

Como já mencionado no item IV.3.4, durante a execução de uma Sala os Colaboradores permanecem enviando a Mensagem [Continua Conectado – 002] ao Servidor. Caso um dos Colaboradores deixe de mandar esta Mensagem durante um determinado tempo, o Servidor entende que a conexão foi perdida e toma uma das seguintes providências:

- **Se o Colaborador era um Ouvinte ou Participante:** Neste caso, o *Servidor* apenas envia a *Mensagem [Colaborador Desconectado – 001]* aos outros *Colaboradores*, atualizando assim suas listas de indivíduos conectados.
  
- **Se o Colaborador era um Orador (Participante):** Se quem perdeu a conexão com a *Sala* foi o *Orador*, porém *Participante*, o *Servidor* envia uma *Mensagem [Colaborador Desconectado – 001]* aos outros *Colaboradores*, atualizando assim suas listas, e passa a *Posse da Palavra* para o próximo da *Fila de Requisições*, conforme item IV.3.6.
  
- **Se o Colaborador era um Orador (Gerente):** Se quem perdeu a conexão com a *Sala* era o *Orador e Gerente*, o *Servidor* nomeia como *Gerente Temporário* o *Colaborador* mais antigo na *Sala* ou um outro *Colaborador* desejado (através da *Mensagem [gerente Temporário – 031]*), envia a *Mensagem [Colaborador Desconectado – 001]* aos outros *Colaboradores*, atualizando assim suas listas e passa a *Posse da Palavra* para o próximo na *Fila de Requisições*, conforme item IV.3.6.

#### **IV.3.8 Sair da Sala**

O *Colaborador* poderá requisitar a sua desconexão da *Sala* através da *Mensagem [Requisição de Desconexão – 030]*, desde que não seja o *Orador*. Neste caso, o *Servidor* que confirmará seu pedido e procederá com descrito no item IV.3.7.

Durante a *Sala*, o *Gerente* pode, a qualquer momento, expulsar um *Colaborador* indesejado. Para tanto, enviará a *Mensagem* [Expulsão de Colaborador – 026] para o *Servidor*, que irá desconectá-lo da *Sala* e proceder com o item IV.3.7.

Uma ilustração explicativa da saída da sala é mostrada a seguir, na Figura 23.

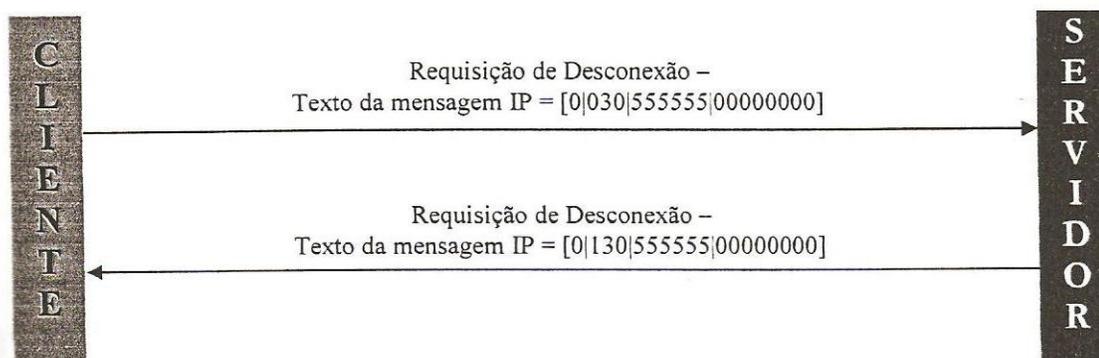


Figura 23 – Diagrama sair da sala

#### IV.3.9 Encerramento da Sala

Para encerrar uma *Sala*, o *Gerente* (ou *Gerente Temporário*) deverá emitir o *Diagnóstico* através da *Mensagem* [Emissão de Diagnóstico – 004]. Caso o *Diagnóstico* esteja a contento de todos os *Colaboradores*, através de uma confirmação pelo *Chat*, o *Gerente* emite a *Mensagem* [Requisição de Encerramento – 005] para o *Servidor*, que a retransmitirá para todos os outros *Colaboradores*. Depois de sua confirmação, a *Sala* estará encerrada.

Vale salientar que os *Colaboradores* ainda estarão conectados e que a *Sala* estará disponível para que possa ser armazenada localmente.

Uma ilustração explicativa do encerramento da sala é mostrada a seguir, na Figura

24.

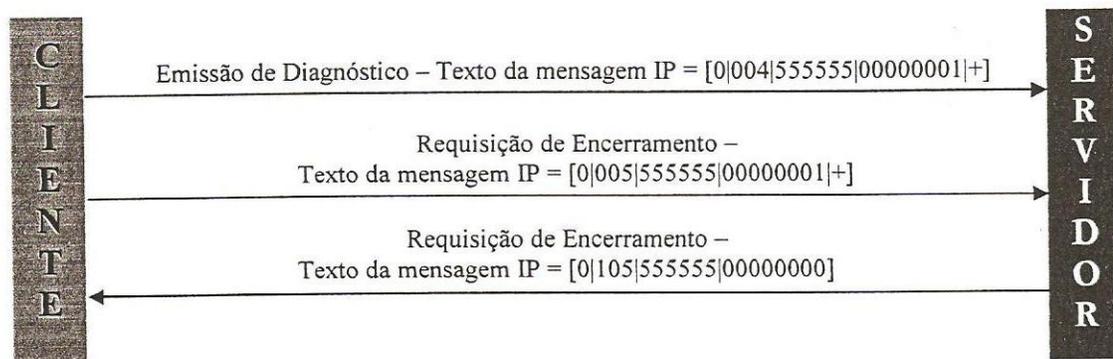


Figura 24 – Diagrama encerramento da sala

#### IV.3.10 Intervenção

Quando deseja intervir na *Imagem*, o *Orador* deverá enviar a *Mensagem* com a intervenção executada para o *Servidor*, que a adicionará no *Histórico* e a retransmitirá para todos os outros *Colaboradores* da *Sala* como uma *Mensagem* [Envio de Passo – 028]. As Mensagens de Intervenção já foram citadas no item IV.2.2.3.

#### IV.4 Banco de Dados

Como já mencionado, o *Servidor* mantém um Banco de Dados que guarda os *Dados* das *Salas* e seus respectivos *Convidados* que está representado na Figura 25.

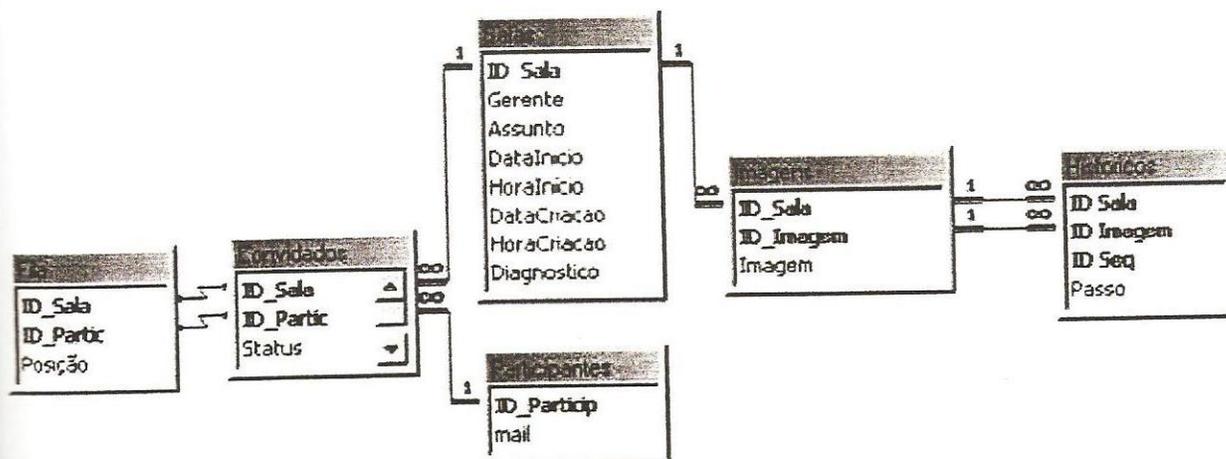


Figura 25 – Banco de Dados controlado pelo Servidor.

O Banco de Dados implementado é do tipo .mdb (Microsoft Access) e é composto das seguintes tabelas:

- **Fila (Fila de Requisições):** Guarda a Posição de cada Participante dentro da Fila, em uma determinada Sala.
- **Convidados:** Guarda os Convidados de cada Sala e seus Status (*online*, *offline*).
- **Salas:** Guarda os Dados da Sala, que são ID\_Sala, Gerente, Assunto, Data de Início da sala, Hora de Início da Sala, Data da Criação da Sala, Hora da Criação da Sala e Diagnóstico.
- **Participantes:** Guarda o identificador de cada Colaborador e seu endereço de e-mail.

- **Imagens:** Guarda o identificador de cada Imagem de cada Sala e o nome do arquivo da Imagem.
- **Históricos:** Guarda o Passo de cada Histórico de cada Imagem de cada Sala e sua seqüência.

Como não foi implementado um Banco de Dados específico para imagens, o Servidor desempenha um papel bastante simples.

## CAPÍTULO V

## CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Este trabalho apresentou um ambiente de suporte ao trabalho cooperativo distribuído destinado à área médica que integra conversação síncrona e assíncrona e protocolos padrão de comunicação TCP/IP em um ambiente multimídia amigável e de baixo custo, utilizando imagem e texto, habilitando o usuário a desenvolver atividades cooperativas utilizando técnicas clássicas de processamento de imagem, marcações de conteúdo e conversação textual com a disponibilização simultânea das informações gráficas e textuais ocorrendo de maneira simplificada e sem perda de qualidade, visando a emissão de um diagnóstico médico comum.

O objetivo principal deste trabalho foi oferecer à classe médica e à sociedade um ambiente que aumentasse as possibilidades de realizar um diagnóstico cooperativo. Dentre os benefícios imaginados para o projeto podem ser destacados os seguintes:

- Economia de tempo na emissão de diagnósticos. Com as técnicas de processamento de imagem e análise simultânea, o processo de emissão de diagnóstico foi simplificado e compartilhado;
- Conferência simultânea com outros especialistas para análise de um caso específico;
- Facilidade de obter/fornecer uma segunda opinião;

- Maior segurança na emissão de diagnósticos, quando se trata de um caso médico particularmente difícil, devido a interação com outros especialistas;
- Baixo custo na utilização da ferramenta.

O modelo de arquitetura utilizado foi o cliente/servidor, a fim de viabilizar a interoperação entre os usuários em busca dos objetivos acima citados. Foi implementada uma comunicação assíncrona composta por e-mail e uma comunicação síncrona composta pelo *chat* e por um conjunto de mensagens pré-definidas, cada uma com sua finalidade específica. Chamamos o conjunto destas mensagens de Protocolo da Aplicação, que define um protocolo simples para gerenciamento e funcionamento do sistema proposto.

Para tentar não sobrecarregar a rede em termos de tráfego gerado durante a execução da *Sala de Diagnóstico Virtual*, optou-se por transmitir, em tempo-real, apenas texto e não imagens gráficas modificadas.

Para garantir o sincronismo do ambiente, foi definido e implementado um mecanismo de controle denominado *Posse da Palavra*, que disponibiliza o canal que permite intervenções nas *imagens* a apenas um usuário por vez.

Entre os trabalhos futuros a serem realizados estão a migração da solução para o ambiente Web e a associação do servidor a um sistema simples de banco de dados para gerência das imagens.

Por fim, vale ressaltar ainda que da forma como foi implementado, o sistema pode servir de base para o trabalho cooperativo em qualquer área, já que não existe nenhuma restrição sobre o formato da imagem compartilhada pelos participantes da conferência.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] CEC DG XIII Research and Technology Development on Telematics Systems in Health Care. **Annual Technical Report** on RTD in Health Care, 1993
  
- [2] Beolchi L., Loeurng F., Fitzgerald M., Fatelnig P. **Telemedicine Glossary: Glossary of Standards, Concepts, Technologies and Users.** CEC DG XIII, 1999
  
- [3] Stanberry B. **Legal Ethical and Risk Issues in Telemedicine. Computer Methods and Programs in Biomedicine,** 2000
  
- [4] Sabbatini, R. M. E. Segunda opinião Médica e a Internet, **Revista Informédica,** 2001.
  
- [5] Maceratini, R.; Sabbatini, R. M. E. telemedicina: a Nova Revolução, **Revista Informédica,** 1(6):5-9, 1994.
  
- [6] Santos, N. F.; Costa, K. L. D. telemedicina: Uma Nova Forma de Assistência Médica ao Paciente, **Principia – CEFET/PB,** n.8, ano4, Set/2000.
  
- [7] Kim, Y.; Choi, J.-H.; Kim, M.K.; Kim, N.K.; Yeom, J. S.; Kim Y. O. Collaborative Surgical Simulation over the Internet, **IEEE Internet Computing - Medicine on the Net,** vol. 5, no 3, May/June 2001. p. 65-73.

- [8] **DICOM Homepage** <http://medical.nema.org/> Disponível na Internet. Capturado em 2001.
- [9] **HL-7 Health Level 7.** <http://www.hl7.org> Disponível na Internet. Capturado em 2002.
- [10] **OMG-Healthcare Domain Task Force.** <http://healthcare.omg.org> Disponível na Internet.
- [11] **Projeto EDUMED.** <http://www.edumed.net/projetos/projeto-edumed.html>  
Disponível na Internet. Capturado em 01/12/2001.
- [12] Barbosa, A. K.; Novaes, M.; Stanford, P.; Queiroz, A. E.; Moraes, G.; Barros, D.; Belian, R.; Hedayioglu, F. HealthNet: Um Sistema Integrado de Telediagnóstico e Segunda Opinião Médica, Centro de Informática e Grupo de Tecnologias da Informação em Saúde, UFPE. **Relatório Técnico.** 2000.
- [13] Filman, R. E. Medicine on the Net – From Isolation to Universal Connectivity. **IEEE Internet Computing.** 40-41, 06/2001
- [14] Sabbatini, R. M. Aplicações na Internet em Medicina e Saúde. **Revisa Informédica.** 3(15): 5-11, 1995

- [15] Moore, M. The Evolution of Telemedicine, Library and Information Resources, Arkansas State University, USA, 1999.
- [16] Telessaúde em Bonito – Projeto de Interiorização do Conhecimento Bonito Digital, Grupo de Fotônica, 25/10/2001
- [17] Horiil, S. C.; Prior, F. W.; Bidgood, W. D. Jr.; Parisot, C.; Claeys, G. Uma Introdução ao Padrão DICOM, The Cyclops Project. **Relatório Técnico.**
- [18] **HL7 Standard.** <http://www.mcis.duke.edu/standards/HL7/hl7.htm> Disponível na Internet. Capturado em 11/12/2001.
- [19] Karen Van Hentenryck, K. 1. Health Level Seven: A Standard for Health Information Systems, Medical Computing Today, 1998
- [20] Makris, L.; Kamilatos, I.; Kopsacheilis, E. V.; Strintzis, M. G Teleworks: a CSCW Application for Remote Medical Diagnosis Support and Teleconsultation, **IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine.** 1998.
- [21] Barros, E. M.; Wangenheim, A. V. Sala de Laudo Virtual: Um Ambiente de Teleradiologia para Diagnóstico Cooperativo via Internet, UFSC/CTC, 2001
- [22] Kim, S.; Hwang, D. CSCW Based Telemedicine on the Internet, 2001

- [32] Gonzales, R. C.; Woods, R. E. **Processamento de Imagens Digitais**. Editora Edgard Blucher Ltda., 2000.