



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA POLITÉCNICA

Cristina Ferreira Freitas Assunção

A TELEMEDICINA EM AMBIENTES COLABORATIVOS.
Um Estudo de Caso: COLMED - Aplicação Colaborativa
para apoio ao Diagnóstico Médico baseado em Imagens.

Dissertação apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para obtenção
do Título de Mestre em Engenharia.

São Paulo
Janeiro de 2005

Cristina Ferreira Freitas Assunção

**A TELEMEDICINA EM AMBIENTES COLABORATIVOS.
Um Estudo de Caso: COLMED - Aplicação Colaborativa
para apoio ao Diagnóstico Médico baseado em Imagens.**

**Dissertação apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para obtenção
do Título de Mestre em Engenharia.**

**Área de Concentração:
Sistemas Eletrônicos**

**Orientadora:
Profa. Dra. Roseli de Deus Lopes**

**São Paulo
Janeiro de 2005**

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

São Paulo, 11 de maio de 2005



Assinatura do autor



Assinatura do orientador

Assunção, Cristina Ferreira Freitas

A Telemedicina em Ambientes Colaborativos. Um Estudo de Caso: COLMED - Aplicação Colaborativa para apoio ao Diagnóstico Médico baseado em Imagens. São Paulo, 2005. 100 p.

Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos.

1. Telemedicina (Diagnóstico) 2. Imagens Médicas
3. Ambientes Colaborativos I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos. II. T

Dedico este trabalho
aos meus avós, Biba, Bino e Lourdes,
com toda a saudade deste mundo.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Marlise e Paulo, pelo amor e apoio incondicional em todos os momentos, e à minha irmã Ana Paula, sem a qual nada nunca seria possível.

À minha orientadora Roseli, pela generosidade de seu apoio e incentivo sempre presentes, pela paciência, compreensão, mas sobretudo, pelo exemplo de profissional, pesquisadora, mãe, mulher, amiga que ela é.

Ao Prof. Marcelo Zuffo, pela oportunidade, confiança, e pelas orientações, sugestões e apoio desde o começo. Ao Adilson Hira e à Irene Ficheman pela colaboração e contribuições, e também às suas respectivas equipes no LSI.

Um agradecimento especial para a FINEP, Financiadora de Estudos e Projetos do Ministério da Ciência e Tecnologia, por estar financiando pesquisas e desenvolvimentos na área de Telemedicina no LSI-EPUSP, por meio dos convênios OncoNet (proc. no. 01.02.0138.00) e TeleOnco (proc. no. 01.02.0287.00). Através deles, os resultados deste projeto de pesquisa de mestrado serão transformados em produtos e transferidos para a sociedade.

À Intel do Brasil, particularmente ao Sr. Ruy Castro, Gerente de Programas Educacionais, pela doação do servidor Itanium, utilizado no Portal www.oncopediatria.org.br.

Aos profissionais da área médica, Dr. André Nebel de Mello, do Departamento de Pediatria do Hospital das Clínicas da FM-USP, Dr. Cláudio Luis Sendyk, do Departamento de Prótese da Faculdade de Odontologia da USP, Dra. Ana Paula Lima Roa Bolotta, do Departamento de Endodontia da Universidade de Taubaté, e Dra. Mariana Nogueira de Paula, da FCM-UNICAMP, pela valiosa contribuição com seus conhecimentos e experiências.

À minha equipe no Banco Real, da qual tenho a honra e o prazer de fazer parte, e que tanto me apoiou direta ou indiretamente.

Aos amigos do IME, pela ajuda e motivação desde a graduação, e a todos os amigos, que foram solidários e torcedores durante todo o trabalho.

Agradeço especialmente ao Elder, pela ajuda, paciência, companhia e compreensão desde o início. E que para nós, este seja somente o começo.

E por fim, agradeço sobretudo a Deus, por serem tantos, e tanto, a agradecer.

*“And the men who hold high places
Must be the ones to start
To mould a new reality
Closer to the heart”
(Closer to the heart - Rush)*

RESUMO

A Telemedicina vem sendo cada vez mais utilizada para minimizar os problemas de diferenças de tratamento de saúde entre regiões de um país, e mesmo entre países, pois permite que centros de excelência ofereçam seus serviços e conhecimentos à distância.

Este trabalho propõe uma arquitetura para sistemas colaborativos, que permite a análise de exames baseados em imagens por vários profissionais remotamente, para apoio ao diagnóstico em grupo, para atividades profissionais ou de treinamento, presenciais ou à distância.

A proposta emprega objetos distribuídos, adequados para integrar informações e propiciar interoperabilidade em sistemas heterogêneos, e tecnologias modernas de comunicação e modelagem desacoplada, para favorecer a integração entre sistemas e possibilitar maior escalabilidade da aplicação.

A arquitetura proposta foi utilizada na aplicação COLMED, um protótipo voltado para apoio ao diagnóstico médico colaborativo baseado em imagens. Este protótipo servirá como referência para o desenvolvimento de uma ferramenta que será incorporada ao portal www.oncopediatria.org.br, que conta com o cadastro de centenas de profissionais da área da saúde e seus pacientes (e respectivos dados médicos), visando oferecer aos médicos uma opção acessível e simples para apoio ao diagnóstico colaborativo baseado em imagens.

ABSTRACT

Telemedicine has been widely used to reduce healthcare delivery differences among the regions of a country, and even among countries, allowing referenced institutions to share their knowledge remotely.

This work proposes an architecture for collaborative systems. It provides remote collaborative analysis of image-based exams by various professionals. It can be used to support both remote cooperative work and learning.

Distributed objects-based applications have all the characteristics of applications to integrate information and provide interoperability of heterogeneous systems. New communication technologies were applied, with a low-coupled design, which makes systems integration easier, increasing application scalability.

The proposed architecture was used to implement the COLMED prototype. It serves as a case study for reference to implement a tool that will be available in www.oncopediatria.org.br, a portal where hundreds of health professionals and their patients are registered, in order to provide the physicians a simple and accessible way for collaborative diagnosis based on images.

SUMÁRIO

Agradecimentos.....	ii
Resumo	iv
Abstract	v
Sumário	vi
Lista de Figuras	viii
Lista de Tabelas.....	ix
Lista de Siglas	x
Glossário	xii
1 Introdução.....	1
1.1 Objetivos.....	1
1.2 Relevância.....	1
1.3 Trabalhos correlatos da equipe do LSI.....	2
1.4 Metodologia.....	3
1.5 Estrutura da dissertação.....	3
2 Fundamentação Teórica e Estado-da-Arte	5
2.1 Telemedicina.....	5
2.2 Trabalho Colaborativo apoiado por Computador	7
2.3 Ensino à Distância e Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Computador ..	9
2.4 Recursos Tecnológicos.....	11
2.4.1 Aplicações Distribuídas	11
2.4.2 Arquitetura Cliente-Servidor	12
2.4.3 <i>Groupware</i> e CSCW.....	14
2.4.4 Sistemas Heterogêneos e Interoperabilidade	15
2.4.5 Objetos Distribuídos	16
2.4.6 Arquiteturas de Sistemas Distribuídos.....	17
2.5 Segurança das informações médicas.....	18
2.5.1 Aspectos éticos do uso de informações de saúde.....	18
2.5.2 Riscos provenientes do compartilhamento de informações	19
2.5.3 Regras para compartilhamento de informações.....	20
2.6 Processamento de Imagens Médicas.....	22
2.7 Exemplos Referenciais	23
2.7.1 TIAS (<i>Tele Image Analysis System</i>)	23
2.7.2 Cure4Kids - St. Jude's Hospital.....	25
2.7.3 TeleInVivo.....	27
2.7.4 KAMEDIN.....	30
2.7.5 Espaço Real Médico	32
2.7.6 Comparação entre os sistemas	34

2.8	Considerações finais.....	34
3	Concepção de Sistemas de Telemedicina em Ambientes Colaborativos.....	35
3.1	Análise de Requisitos.....	35
3.2	Arquitetura Geral	41
3.2.1	Portal de Telemedicina	41
3.2.2	Aplicação Colaborativa.....	43
3.3	Modos de Utilização.....	45
3.3.1	Diagnóstico Colaborativo Remoto.....	46
3.3.2	Educação Presencial e à Distância.....	47
3.4	Descrição Funcional.....	47
3.4.1	Serviços de CSCW.....	49
3.4.2	Mecanismos para Tarifação	51
3.5	Detalhamento da Arquitetura da Aplicação Colaborativa.....	52
3.5.1	Módulo Servidor CSCW.....	53
3.5.2	Módulo Cliente CSCW	60
3.5.3	Módulo Servidor de Imagens.....	65
3.6	Considerações finais.....	65
4	Implementação do ColMed – Aplicação Colaborativa para apoio ao Diagnóstico Médico baseado em Imagens.....	66
4.1	Portal Oncopediatria.....	66
4.2	Aplicação Colaborativa COLMED	68
4.3	Principais casos de uso	69
4.4	Diagrama de Classes	71
4.5	Diagramas de seqüência	75
4.6	Linguagem Java	77
4.7	RMI	78
4.8	Java2D.....	79
4.9	Dcm4che.....	80
4.10	Documentação.....	80
4.11	Considerações finais.....	80
5	Resultados	82
5.1	Protótipo COLMED	82
5.2	Pareceres de profissionais da área da saúde	89
5.3	Considerações finais.....	92
6	Conclusão e Trabalhos Futuros	93
6.1	Contribuições.....	93
6.2	Trabalhos futuros	94
6.3	Conclusões.....	95
7	Referências Bibliográficas	96

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1 - Definição de Telemedicina e tecnologias aplicadas (Bacic, 2001).....	5
Figura 2-2 - Sessão ao vivo no site Cure4Kids	26
Figura 2-3 – Estação portátil do TeleInVivo (Coleman et al., 1997).....	29
Figura 2-4- Espaço Real Médico	33
Figura 3-1 – Processo convencional de diagnóstico colaborativo.....	36
Figura 3-2 – Portal de Telemedicina e Aplicação Colaborativa	44
Figura 3-3 – Elementos para diagnóstico colaborativo	44
Figura 3-4 – Fluxo de atividades no uso educacional da aplicação colaborativa.....	45
Figura 3-5 – Sessão colaborativa (Rosa et al., 2004).....	46
Figura 3-6 – Aplicação Colaborativa inserida no Portal de Telemedicina	48
Figura 3-7 – Atores da Aplicação Colaborativa	49
Figura 3-8 – Módulo Servidor da Aplicação	53
Figura 3-9 – Comunicação no padrão <i>Observer</i>	57
Figura 3-10 – Módulo Cliente da Aplicação	61
Figura 3-11 – Gerenciadores do componente Gerenciador de Colaboração.....	62
Figura 3-12 – Ligação entre componente visual de Acesso e Gerenciador de Autenticação.....	63
Figura 3-13 – Cópia do Modelo mantida pelos componentes visuais.....	63
Figura 3-14 – Comunicação entre o servidor da aplicação e o Servidor de Imagens.....	65
Figura 4-1 – Tela do Portal Oncopediatria.....	67
Figura 4-2 – Portal Oncopediatria e Aplicação Colaborativa.....	67
Figura 4-3 – Principais casos de uso	69
Figura 4-4 – Casos de uso de apoio	71
Figura 4-5 – Diagrama de classes do módulo servidor	73
Figura 4-6 – Principais classes do módulo cliente.....	74
Figura 4-7 – Diagrama de seqüência – Fazer marcação em Exame (Servidor).....	76
Figura 4-8 – Diagrama de Seqüência – Fazer marcação em exame (parte Cliente).....	77
Figura 4-9 – Comunicação entre clientes e servidor utilizando RMI	78
Figura 5-1 – Tela de Login da aplicação.....	83
Figura 5-2 – Aplicação ColMed com usuário logado	84
Figura 5-3 – Imagem ampliada	86
Figura 5-4 – Aplicação em sessão colaborativa	87
Figura 5-5 – Menu Servidor	88
Figura 5-6 – Menu Sessão	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 2-1 – Principais diferenças entre CSCW e CSCL (EDB-UTEXAS, 2004).....	10
Tabela 2-2 – Categorias de groupware por Ellis; Gibbs; Rein (1991).....	14
Tabela 2-3 – Tipos de interoperabilidade segundo Ganguly; Ray (2002).....	16
Tabela 2-4 – Riscos do compartilhamento de informações de saúde (Raman, 1997).....	20
Tabela 2-5 – Resumo da política de privacidade da HIPAA (Swire; Steinfeld, 2002).....	21
Tabela 2-6 – Comparação entre formatos de dados (Bacic, 2001).....	22
Tabela 2-7 – Critérios para visualização de imagens médicas segundo a ACR (ACR Standards, 2002).....	23
Tabela 2-8 – Comparação entre os sistemas de telemedicina estudados.....	34
Tabela 3-1 – Requisitos genéricos de aplicações para trabalho remoto em grupo.....	39
Tabela 3-2 – Requisitos específicos para trabalho remoto em grupo na área da saúde.....	40
Tabela 3-3 – Componentes do sistema e respectivas funcionalidades.....	50
Tabela 3-4 – Mensagens tratadas pelo Gerenciador de Autenticação.....	55
Tabela 3-5 – Mensagens tratadas pelo Gerenciador de Salas de Reunião.....	55
Tabela 3-6 – Mensagens tratadas pelo Gerenciador da Aplicação Lousa Digital.....	58
Tabela 3-7 – Mensagens tratadas pelo Gerenciador da Aplicação Bate-papo.....	59
Tabela 3-8 – Mensagens tratadas pelo Gerenciador de Trilha de Auditoria.....	60
Tabela 4-1 – Principais casos de uso analisados para o protótipo.....	70
Tabela 4-2 – Casos de uso de apoio.....	71
Tabela 5-1 – Ferramentas da Lousa Digital.....	85
Tabela 5-2 – Comandos do menu Servidor.....	88
Tabela 5-3 – Comandos do Menu Sessão.....	89

LISTA DE SIGLAS

ACR/Nema	<i>American College of Radiology / National Electrical Manufacturers Association</i> Faculdade Americana de Radiologia / Associação Nacional de Fabricantes de Eletrônicos
API	<i>Application Programming Interface</i> Interface de Programação de Aplicações
CAT/CT	<i>Computer Assisted Tomography</i> Tomografia Computadorizada
CIS	<i>Common Information Spaces</i> Espaços Comuns de Informação
CORBA	<i>Common Object Request Broker Architecture</i> Arquitetura de Negociação de Acesso a Objetos Comuns
CPR	<i>Computer-based Patient Record</i> Prontuário Eletrônico
CSCL	<i>Computer Supported Collaborative Learning</i> Aprendizado Colaborativo apoiado por Computador
CSCW	<i>Computer Supported Cooperative Work</i> Trabalho Colaborativo Apoiado por Computador
DES	<i>Data Encryption Standard</i> Padrão de Criptografia de Dados
DICOM	<i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i> Imagens Digitais e Comunicação em Medicina
GSM	<i>Global System for Mobile communication</i> Sistema Global para comunicação Móvel
HIPAA	<i>Health Insurance Portability and Accountability Act of 1996</i> Ação de Garantia de Portabilidade e Responsabilidade em Saúde
HTML	<i>HyperText Markup Language</i> Linguagem de marcação de Hipertexto
HTTP	<i>HyperText Transfer Protocol</i> Protocolo de Transferência de Hipertexto
HTTPS	<i>Secure HyperText Transfer Protocol</i> Protocolo Seguro de Transferência de Hipertexto

ISDN	<i>Integrated Services Digital Network</i> Rede Digital de Serviços Integrados
JDBC	<i>Java Database Connectivity</i> Conectividade Java para Bancos de Dados
JDK	<i>Java Development Kit</i> Kit de Desenvolvimento Java
JPEG	<i>Joint Photographic Experts Group</i> Padrão para formatação de imagens
MRI	<i>Magnetical Resonance Imaging</i> Imageamento por Ressonância Magnética
PDA	<i>Personal Digital Assistant</i> Assistente Pessoal Digital
RMI	<i>Remote Method Invocation</i> Chamada remota de métodos
RPC	<i>Remote Procedure Call</i> Chamada Remota de Procedimentos
SIS	Sistemas de Informação em Saúde
SOAP	<i>Simple Object Access Protocol</i> Protocolo Simples de Acesso a Objetos
SSL	<i>Secure Sockets Layer</i> Camada de Conexão Segura
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i> Protocolo de Controle de Transmissão
UDP	<i>User Datagram Protocol</i> Protocolo de Unidades de Dados de Usuário
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i> Consórcio da Teia de Âmbito Mundial
XML	<i>Extensible Markup Language</i> Liguação de Marcação Extensível

GLOSSÁRIO

<i>broadcast</i>	Transmissão de um mesmo conteúdo para todos os receptores
<i>browser</i>	Software utilizado para navegação na Internet
<i>cache</i>	Armazenamento de arquivos em um servidor, para agilizar futuras consultas aos mesmos.
<i>cluster</i>	Grupo de servidores que se comporta como um único computador, proporcionando alta disponibilidade, e em certos casos, processamento paralelo e balanceamento de carga.
<i>download</i>	Descarga de arquivos da rede para o computador local
<i>firewall</i>	Ferramenta que protege os sites de invasões, controlando a entrada de requisições nos servidores.
<i>foot-lamberts</i>	Unidade de medida de intensidade de luz
<i>handler</i>	Gerenciador. Encarregado, responsável por lidar com determinada tarefa.
<i>Java applet</i>	Aplicação escrita em Java que pode ser executada embutida em uma página HTML
<i>Java application</i>	Aplicação Java. Pode utilizar janelas como interface cliente.
<i>laptop</i>	Computador portátil
<i>mobile devices</i>	Dispositivos eletrônicos móveis: celulares, palmtops.
<i>mouse</i>	Periférico do computador que serve para movimentar a posição do cursor sobre a tela e selecionar opções e comandos.
<i>offline</i>	Fora de linha, não conectado.
<i>online</i>	Em linha ou conectado.
<i>open source</i>	Softwares cujo código fonte está disponível aos usuários
<i>palmtop</i>	Computador de mão, também chamado de PDA. Dispositivo portátil que reúne algumas funções de um computador e pode ser carregado no bolso.
<i>peer-to-peer</i>	Rede ponto-a-ponto, onde todos os equipamentos podem desempenhar o papel servidor/cliente
<i>pixel</i>	Elemento de imagem. A menor unidade gráfica de uma imagem matricial
<i>plug-in</i>	Programa que pode ser facilmente instalado e utilizado como parte de software para navegação na Internet (web browser).
<i>proxy</i>	Servidor que intermedia o acesso dos usuários de uma rede à

	Internet, com finalidades administrativas de cache.
<i>smartcard</i>	Cartão semelhante aos de crédito, porém com chip embutido, capaz de armazenar dados e executar programas.
<i>thread</i>	Execução de uma tarefa por um computador, quando o programa é capaz de gerenciar várias tarefas simultaneamente.
<i>token</i>	Mensagem de tamanho pequeno, trafegada pela rede para controlar as permissões de transmissão de seus usuários.
<i>upload</i>	Envio de arquivos para outro local através da rede
<i>webcam</i>	Câmera que se conecta ao computador para transmissão de imagens via Internet.
<i>wireless</i>	Tecnologia que permite a comunicação entre aparelhos eletrônicos e computadores sem o uso de cabos para conectá-los.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Objetivos

O objetivo principal desta pesquisa é a concepção de uma aplicação para apoio ao trabalho cooperativo remoto entre profissionais da área médica, possibilitando diagnósticos médicos colaborativos.

Para o embasamento da concepção, foram levantados o estado-da-arte e os requisitos para os sistemas de informação aplicados à área da saúde, além de proposta a arquitetura do sistema, e foi implementado o protótipo COLMED utilizando como estudo de caso a oncopediatria.

O estudo realizado visa, além de propiciar o desenvolvimento do protótipo, servir como orientação para futuras pesquisas e trabalhos na mesma área. A ferramenta concebida irá orientar o desenvolvimento da ferramenta a ser utilizada no portal www.oncopediatria.org.br e na Onconet, uma rede da qual participam diversos hospitais, médicos e pacientes, a fim de facilitar a comunicação entre os médicos e melhoria dos tratamentos oferecidos incorporando recursos de diagnóstico colaborativo para casos reais e para atividades de treinamento.

1.2 Relevância

Permitir que diversos profissionais da área da saúde trabalhem em conjunto remotamente tem como principal resultado a melhora da qualidade no atendimento prestado aos pacientes, com diagnósticos mais precisos e rápidos, e menores custos de tratamento, já que não há necessidade de deslocamento do paciente até onde estão os profissionais com conhecimentos mais avançados. A propagação desses conhecimentos e informações também é facilitada, sendo essa uma oportunidade de aperfeiçoamento para os profissionais.

Vários conceitos e tecnologias são necessários para proporcionar tal interação. Assim, do ponto de vista científico, a pesquisa envolve as áreas de

trabalho colaborativo apoiado por computadores (*Computer Supported Cooperative Work - CSCW*), objetos distribuídos, interoperabilidade de sistemas, padrões de sistemas abertos, segurança e confidencialidade de informações dos pacientes.

1.3 Trabalhos correlatos da equipe do LSI

O Núcleo de Telemedicina (TelMed) do LSI, coordenado pelo Prof. Dr. Marcelo Zuffo, é responsável pela pesquisa e desenvolvimento do portal www.oncopediatria.org.br. O gerente do núcleo é o pesquisador Adilson Hira que desenvolve a pesquisa sobre Protocolos Cooperativos (Hira et al., 2002) e é responsável por modelar e fornecer informações de referência para integração ao portal. Neste núcleo estão sendo desenvolvidas diversas aplicações para serem integradas ao portal OncoPediatria. O pesquisador André Miranda está desenvolvendo uma aplicação para videoconferência via Web e o pesquisador Tiago Tognoli Lopes está desenvolvendo um sistema para laudos remotos que permitirá ao médico visualizar um exame através da Internet e emitir o laudo correspondente (Lopes et Al., 2004).

Em 2001, foi concluído no LSI o mestrado da pesquisadora Bacic (2001), que trata de ferramentas colaborativas para apoio ao diagnóstico médico baseado em imagens. Nele, foi feito um mapeamento do processo tradicional de diagnóstico por imagens, e também da situação da Telemedicina no Brasil na época. As características de sistemas para trabalho colaborativo remoto foram levantadas, e a solução proposta utilizava CORBA para comunicação entre os objetos remotos no sistema colaborativo. A pesquisa por ela realizada serviu de orientação inicial para este trabalho.

No Núcleo de Aprendizagem/Trabalho/Entretenimento (NATE) do LSI, coordenado pela Profª. Dra. Roseli de Deus Lopes e gerenciado pela pesquisadora Irene K. Ficheman, foi desenvolvido o projeto EduMusical que fornece um ambiente baseado num portal e aplicações integradas a este voltados à Iniciação Musical e ao aprendizado colaborativo de composição musical (Ficheman, 2002). Os estudos

sobre as características necessárias aos sistemas para aprendizado colaborativo trouxeram importantes contribuições para a pesquisa aqui realizada.

1.4 Metodologia

Com o objetivo de oferecer ferramentas para ajudar a diminuir a diferença de tratamento prestado aos pacientes de regiões diversas do país, procurou-se identificar soluções tecnológicas adequadas. Foram realizadas entrevistas com profissionais da área da saúde, para verificar as necessidades e expectativas com relação às ferramentas para colaboração, e também os entraves que poderiam atrapalhar o uso das mesmas. Assim, tentou-se apontar medidas para contornar tais limitações e viabilizar a utilização da solução apontada.

Foram estudadas as aplicações semelhantes já existentes para o trabalho colaborativo e a Telemedicina em geral, e consultados profissionais mais experientes nessa área, a fim de identificar os caminhos mais eficientes para trabalhar o problema. Tecnicamente, a adoção de tecnologias de uso livre possibilitou o aproveitamento de bibliotecas disponíveis e já consolidadas. Elas não requerem recursos financeiros elevados, estando de acordo com as premissas do projeto, que visa proporcionar a disseminação democrática do conhecimento ao maior número de regiões possível.

1.5 Estrutura da dissertação

Esta dissertação está dividida nos seguintes capítulos:

O Capítulo 1 revela o objetivo do trabalho, sua relevância, seu contexto dentro das linhas de pesquisa abordadas no LSI, a metodologia utilizada e a estrutura do trabalho.

No Capítulo 2 estão descritos os conceitos que servem de base para a elaboração da solução, e também alguns exemplos de aplicações relacionadas, oferecendo a visão do estado-da-arte das aplicações na área.

O Capítulo 3 apresenta o levantamento dos requisitos e a proposta de solução oferecida.

O Capítulo 4 descreve os aspectos relativos à implementação do protótipo ColMed.

Capítulo 5 exhibe o protótipo resultante do trabalho, e também os pareceres de profissionais da área médica sobre ele.

No Capítulo 6 são traçadas as considerações finais sobre o trabalho, suas contribuições, conclusões e possíveis trabalhos futuros.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E ESTADO-DA-ARTE

O tema escolhido para o trabalho abrange uma série de disciplinas. Neste capítulo, estão descritos conceitos básicos de cada uma, para introduzi-las e estabelecer a ligação entre elas.

O capítulo mostra também algumas iniciativas de projetos na área de Telemedicina, que forneceram subsídios para a arquitetura aqui proposta.

2.1 Telemedicina

Segundo Hira et al. (2002), a Telemedicina pode ser definida como armazenamento, transmissão e/ou manipulação de informações à distância, através de meio eletrônico, para suporte e auxílio à prática médica e aos serviços de saúde. Ela se encontra na intersecção das áreas de Telecomunicações, Tecnologia da Informação e Medicina (Bacic, 2001), conforme ilustra a Figura 2-1.

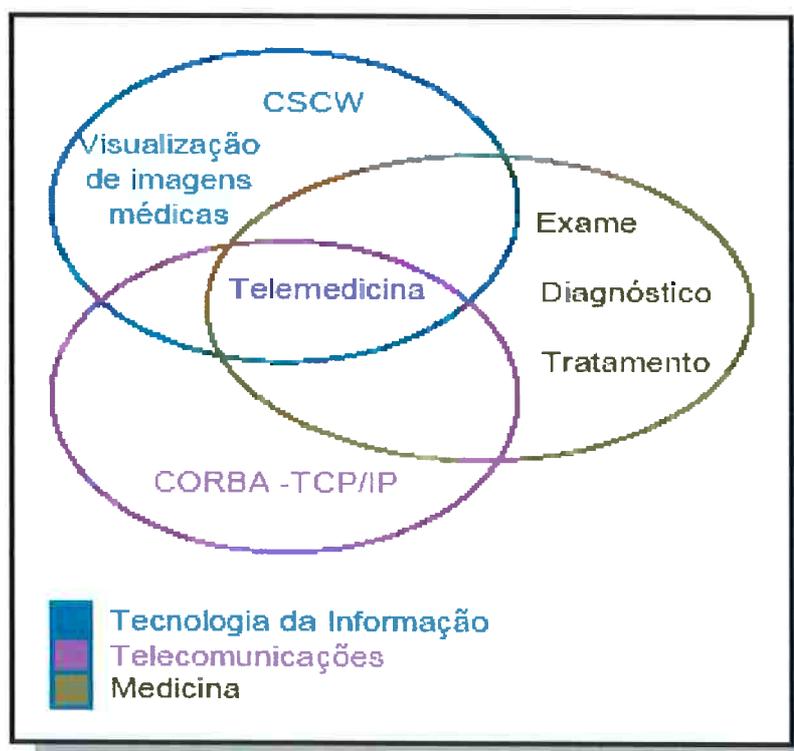


Figura 2-1 - Definição de Telemedicina e tecnologias aplicadas (Bacic, 2001)

Na área médica, sistemas computacionais para informações administrativas e financeiras já estão largamente difundidos e, mais recentemente, começaram a incorporar também informações de apoio ao diagnóstico.

A necessidade de compartilhar informações de pacientes através de múltiplos provedores de saúde existe porque tais informações são frequentemente arquivadas em vários locais, já que os pacientes podem receber tratamento cada vez em um lugar diferente. Acesso fácil e rápido a informações sobre tratamentos prévios em lugares diferentes pode ajudar os médicos a fazer melhores diagnósticos e evitar repetições desnecessárias de procedimentos médicos.

É importante que os sistemas permitam a comunicação entre sistemas heterogêneos, visto que as redes são constituídas por plataformas diversas, executando sistemas operacionais diferentes. As informações trocadas são bastante variadas, podendo estar em formato texto (diagnósticos, prontuários), imagens (radiografias e tomografias) e até mesmo áudio e vídeo (videoconferências). Um dos desafios enfrentados ao permitir aos médicos acessarem os registros através de redes abertas (Internet, Intranet, por exemplo) é garantir a segurança e confidencialidade. Os registros podem conter informações confidenciais, cuja revelação indevida pode trazer embaraços aos pacientes e ferir a ética médica.

Com as tecnologias existentes, já é possível implementar sistemas seguros em que os médicos possam se mover entre o escritório, a clínica, o hospital e o lar, e destes pontos acessar as informações de que necessitam, através de uma simples e comum interface em diferentes plataformas.

Entre os benefícios que a Telemedicina oferece atualmente, pode-se destacar duas frentes principais que resultam em melhoria no tratamento dos pacientes:

- (i) melhores condições de organização de seus dados, e facilitação do acesso à informação, e
- (ii) treinamento de profissionais, através da troca de informações e educação à distância.

Na primeira frente estão os Sistemas de Informação em Saúde (SIS) mais modernos, que utilizam prontuários eletrônicos (*computer-based patient record*, ou CPR) adotando tecnologias de padrões abertos e objetos distribuídos para permitir a integração entre sistemas (Hira et al., 2002). Assim, os dados dos prontuários se mantêm atualizados e consolidados através da troca de informações entre várias instituições. As tecnologias de transmissão de dados sem fio (*wireless*) estão permitindo uma integração ainda maior, pelo uso de equipamentos móveis, tais como computadores de mão e computadores portáteis ligados através de redes sem fio. Essa tecnologia tende a ser cada vez mais utilizada na Telemedicina. De acordo com a análise do Gartner Group (Klein, 2002), nos próximos três anos, os CPR serão mais e mais adotados, substituindo os sistemas que utilizam papel, dificultando o armazenamento e troca das informações. Também, as tecnologias sem fio vão permitir que as interfaces para entrada dos dados se simplifiquem, tornando mais fácil e rápido para os profissionais de saúde as operarem.

Na segunda frente, encontram-se os portais de informação na Internet, que reúnem dados sobre doenças, medicamentos e procedimentos, auxiliando a pesquisa dos profissionais, e também os sistemas usados para cursos à distância. Através deles, é possível aos profissionais que trabalham nas regiões mais distantes se aperfeiçoarem dando continuidade aos seus estudos e trocando informações com profissionais de centros de excelência de suas áreas. Atualmente, cerca de seis milhões de pessoas utilizam a Internet para assuntos relacionados à saúde, tais como os mencionados (Withrow, 2004). Nessa frente também estão as aplicações colaborativas, que permitem que usuários se comuniquem remotamente, analisando imagens e textos e até mesmo realizando videoconferências. Elas permitem maior troca de informações sobre os pacientes, disseminando conhecimento entre profissionais, e também podem ser usadas para o ensino à distância (cursos e palestras).

2.2 Trabalho Colaborativo apoiado por Computador

Trabalho Colaborativo apoiado por Computador (*Computer Supported Cooperative Work – CSCW*) é o uso da tecnologia para proporcionar a troca de

informações e conhecimentos entre profissionais que estejam trabalhando em um projeto comum, com o objetivo de melhorar a qualidade do resultado obtido, reduzir custos e prazos.

As tecnologias existentes, como redes de alta velocidade, e principalmente a Internet, possibilitam a construção de ferramentas que permitem aos profissionais trabalharem remotamente em um mesmo projeto, viabilizando a troca de conhecimento por reduzir os custos e o tempo dispendidos com deslocamentos, e aprimorando a qualidade do trabalho realizado. Tais ferramentas apóiam os profissionais na realização do trabalho remoto, procurando proporcionar recursos o mais próximos possível do contato ao vivo. Para isso, geralmente são utilizados recursos multimídia, como transmissão de voz e vídeo. Trocas de arquivos e ferramentas de troca de mensagens texto também são freqüentes.

Tem-se o CSCW síncrono, quando todos os profissionais participam simultaneamente do trabalho utilizando as ferramentas. São estabelecidas sessões de trabalho, como se os participantes estivessem reunidos em uma sala ou laboratório. As ferramentas tentam simular esse laboratório virtualmente, no que se poderia chamar de colaboratório (Rugelj, 1997). Podem ser transmitidas as imagens e o som ao vivo quando cada profissional faz uma participação. Também são trocadas mensagens de texto através de ferramentas de *chat*, e pode-se disponibilizar espaços para anotações que são propagadas e visualizadas por todos os participantes, nos chamados “Whiteboards” (Oliveira et al., 2003). Arquivos com imagens e textos podem ser abertos e distribuídos entre os participantes, inclusive de exames como radiografias, tomografias computadorizadas (*Computerized Tomography*, ou CT) e ressonâncias magnéticas (*Magnetical Resonance Imaging*, ou MRI). O conteúdo de cada sessão pode ser arquivado para futuras consultas.

O CSCW assíncrono é uma das formas de se utilizar os espaços comuns de informações (CIS – *Common Information Spaces*) (Bannon; Bodker, 1997). Nesses espaços são armazenados dados, que podem ser textos, imagens, exames, para consulta remota pelos interessados. Assim, médicos podem remotamente consultar dados de outros pacientes e os tratamentos aplicados, como numa biblioteca de casos anteriores, tendo subsídios para estabelecer melhores tratamentos. Entre as

ferramentas para suporte a colaboração assíncrona, estão as de gerenciamento dos CIS. Elas permitem que informações sejam enviadas para armazenamento em um servidor, e que sejam configurados direitos de acesso para controlar o nível de visibilidade dessas informações entre os participantes da colaboração. Gerenciam também fóruns e listas de discussão sobre determinados tópicos.

2.3 Ensino à Distância e Aprendizagem Colaborativa Apoiada por Computador

Keegan (1991) descreve que os elementos centrais do conceito de Ensino à Distância (EaD) são:

- separação física entre professor e aluno, que o distingue do ensino presencial;
- influência da organização educacional (planejamento, sistematização, plano, projeto, organização dirigida, etc) que a diferencia da educação individual;
- utilização de meios técnicos de comunicação, usualmente impressos, para unir o professor ao aluno e transmitir os conteúdos educativos;
- previsão de uma comunicação de mão dupla, onde o estudante se beneficia de um diálogo, e da possibilidade de iniciativas de dupla via;
- possibilidade de encontros ocasionais com propósitos didáticos e de socialização;
- participação de uma forma industrializada de educação, a qual, se aceita, contém o germen de uma radical distinção dos outros modos de desenvolvimento da função educacional.

Na aprendizagem colaborativa apoiada por computador (*Computer Supported Collaborative Learning* - CSCL), dois ou mais alunos constroem seu conhecimento através da discussão, reflexão e tomada de decisões, onde recursos telemáticos, entre outros, atuam como mediadores do processo ensino-aprendizagem (EDB-UTEXAS, 2004). A CSCL derivou de pesquisas sobre o CSCW e a aprendizagem colaborativa. O CSCW, já definido anteriormente, fornece uma interface para que grupos remotos trabalhem em um projeto comum. A aprendizagem colaborativa é um processo educativo em que grupos de alunos trabalham em conjunto tendo em vista uma finalidade comum. As principais diferenças entre CSCW e CSCL estão resumidas na Tabela 2-1.

Tabela 2-1 – Principais diferenças entre CSCW e CSCL (EDB-UTEXAS, 2004)

	CSCW	CSCL
Foco	nas técnicas de comunicação	no que está sendo comunicado
Utilização	domínio empresarial	ambientes educativos
Finalidade	facilitar a comunicação e a produtividade em grupo	sustentar a eficaz aprendizagem em grupo

Ambos se baseiam na promessa de que sistemas apoiados por computador suportam e facilitam a dinâmica de grupo em caminhos que não são atingíveis pela comunicação face-a-face, mas não são destinados a substituí-la. A pesquisa em CSCL e CSCW abrange não somente as técnicas de groupware, mas também seus efeitos sociais, psicológicos, organizacionais e de aprendizado.

Muitas teorias contribuem para a compreensão da CSCL, entre elas a teoria sociocultural de Vygotsky (GlasNet, 2004), a do construtivismo e pedagogia cooperativa (Sherman, 1995), a da aprendizagem baseada na resolução de problemas (CTGV, 1993), a da flexibilidade cognitiva (Spiro et al., 1988), a da aprendizagem situada (Brown; Collins; Duguid, 1989), entre outras. Essas teorias se fundamentam na hipótese de que os indivíduos são agentes ativos que procuram e constroem o conhecimento em um contexto significativo. O objetivo da CSCL é fornecer um ambiente real e multifacetado que permita a ligação com os conhecimentos prévios dos alunos.

Conforme lembrado em Lopes; Krüger (2001), é importante que as aplicações educativas estimulem a criatividade e a capacidade de inovação, já que aumentam a produtividade dos alunos, auxiliando no processo de aprendizagem dos mesmos.

2.4 Recursos Tecnológicos

Para implementação das ferramentas de suporte ao trabalho colaborativo, diversas podem ser as organizações e arquiteturas de software utilizadas. Alguns elementos como interface gráfica, protocolos de rede e *middleware* estão sempre presentes.

Segundo (Orfali, 1999), “*middleware* é um termo vago que abrange todo o software distribuído necessário para suportar interações entre clientes e servidores”. É um conjunto de serviços comuns, independente dos serviços de negócios, que permitem as aplicações e usuários finais interagirem entre si através de uma rede. Inclui desde a Application Programming Interface (API) do lado cliente para chamar o serviço até os componentes necessários para transmitir a requisição e receber a resposta.

Zuffo (2001) define Meios Eletrônicos Interativos como o “acervo tecnológico orientado ao relacionamento sensitivo (audição, visão e tato) entre o usuário e uma infra-estrutura computacional”.

A seguir são descritos alguns aspectos tecnológicos de uma infra-estrutura computacional necessária para construir ambientes de aprendizagem colaborativos e interativos à distância.

2.4.1 Aplicações Distribuídas

Para aproveitar o poder computacional de várias máquinas, executando uma tarefa de forma mais eficiente do que se feita por um único computador isoladamente, pode-se distribuir o código e os dados da aplicação entre as várias máquinas. Cada uma fica responsável por uma parte do processamento, que pode ser

feito em paralelo, para obter mais rapidamente o resultado final, ou mesmo seqüencialmente, para aproveitar os potenciais específicos de cada máquina. Essas são as características das chamadas aplicações distribuídas.

Cada parte da aplicação alocada em uma máquina constitui um módulo. Frequentemente, é necessário que os módulos se comuniquem em determinados momentos, para poder continuar desenvolvendo suas partes no processo. Assim, geralmente as máquinas ficam ligadas em uma rede, podendo estabelecer contato umas com as outras quando requisitado. A comunicação pode ser feita através de áreas de memória compartilhadas por todas as máquinas, troca de mensagens, chamadas remotas de procedimentos (*Remote Procedure Call*, ou RPC), ou chamada de métodos remotos (*Remote Method Invocation*, ou RMI), no caso de aplicações baseadas em Objetos Distribuídos, como será visto mais adiante.

Para que cada módulo possa executar sua tarefa corretamente, é preciso que seja respeitada a ordem de execução, pois uma tarefa pode depender do resultado de outra. Isso pode ser garantido pela implementação de mecanismos de sincronização entre os módulos.

Os dados podem ser armazenados em uma única máquina, facilitando a atualização. Quando cada módulo irá trabalhar com um conjunto isolado e independente de dados, pode-se dividir e armazenar os conjuntos nas máquinas onde serão trabalhados. Porém, em alguns casos, é necessário replicar os dados em todos os módulos, por questões de desempenho da aplicação. Assim, quando um módulo altera um dado, a alteração precisa ser atualizada nas réplicas que estão nos demais módulos, fazendo-se necessário um mecanismo de gerenciamento da coerência entre todas as réplicas.

2.4.2 Arquitetura Cliente-Servidor

A tecnologia Cliente/Servidor é um modelo para a interação entre processos concorrentes em execução. Cliente e servidor são entidades lógicas separadas que operam em conjunto para realizar um trabalho, podendo coexistir em uma máquina ou estar em máquinas distintas.

O processo servidor é um fornecedor de serviços. Pode servir a uma requisição de cada vez, sendo chamado iterativo, ou a vários clientes ao mesmo tempo, por meio de processos concorrentes, administrando o acesso a recursos compartilhados. Fica aguardando por solicitações dos clientes, que podem residir na mesma máquina do servidor, ou em outras máquinas espalhadas pela rede. O código e os dados do servidor ficam mantidos de forma centralizada, de modo que possam ser migrados para uma máquina mais potente caso necessário, e isso seja transparente para os clientes.

O processo cliente é um consumidor de serviços, que sempre inicia a comunicação com o servidor, ao solicitar um serviço, e após receber dele a resposta, continua seu processamento (Comer; Stevens, 1993). É possível acrescentar estações clientes caso necessário, de modo transparente para o servidor e os demais clientes.

Para a comunicação entre cliente e servidor, podem ser usados protocolos orientados ou não a conexão. No primeiro caso, o Protocolo de Controle de Transmissão (*Transmission Control Protocol*, ou TCP) pode ser utilizado, e garante a entrega dos dados ordenados e sem erros pela rede, pois possui mecanismos de detecção e correção de erros. Isso o torna um pouco mais lento, porém mais seguro. No segundo caso, pode ser utilizado o Protocolo de Unidades de Dados de Usuário (*User Datagram Protocol*, ou UDP), que deixa a cargo da aplicação garantir a entrega dos dados e o tratamento de erros. Sendo assim, é mais rápido, e indicado apenas para aplicações com desempenho crítico, pois requer servidores que mantenham estado (informações sobre as conexões com os clientes mantidas entre uma requisição e outra), já que eles terão que gerenciar a recepção dos pacotes transmitidos.

A Internet é um caso de arquitetura cliente/servidor. O Protocolo de Transferência de Hipertextos (*HyperText Transfer Protocol*, HTTP) é o protocolo utilizado para a comunicação entre eles, que teve o nome dado por transferir documentos que contém, além de textos, imagens e referências para outros textos, feitos com linguagem de marcação (*HyperText Markup Language*, ou HTML). Ele funciona acima do TCP/IP. Para dar segurança à comunicação, foi definido o Protocolo Seguro de Transferência de Hipertextos (*Secure HyperText Transfer*

Protocol, HTTPS), que implementa a Camada de Conexões Seguras (*Secure Sockets Layer*, SSL). São garantidos: autenticação de servidor através de certificados, privacidade na interação cliente/servidor através de criptografia dos dados com o algoritmo Padrão de Criptografia de Dados (*Data Encryption Standard*, ou DES) dentro de uma sessão, e verificação de integridade entre cliente e servidor através de mensagens, para evitar “grampeamento”, ou seja, um intermediário interceptar a mensagem e se fazer passar pelo cliente ou o servidor.

2.4.3 Groupware e CSCW

Ellis; Gibbs; Rein (1991) apresentam a definição: “groupware são sistemas de computadores que apóiam grupos de pessoas envolvidas numa mesma tarefa, disponibilizando a eles uma interface para um ambiente compartilhado”. Os sistemas de CSCW se enquadram bem nessa definição, pois seu objetivo principal é o descrito. As características também se aplicam, tais como necessidade de comunicação entre os usuários, troca de informações, garantia de integridade dos dados transmitidos. Ellis; Gibbs; Rein (1991) esquematizam as categorias de *groupware*, com que os sistemas de CSCW também se identificam, na Tabela 2-2.

Tabela 2-2 – Categorias de groupware por Ellis; Gibbs; Rein (1991)

	Mesmo momento	Momentos diferentes
Mesmo local	interação cara-a-cara	interação assíncrona
Locais diferentes	interação distribuída síncrona	interação distribuída assíncrona

Os sistemas de groupware podem ser utilizados por todos os usuários ao mesmo tempo, ou cada um no momento em que lhe convier. Como exemplo do primeiro caso estão os sistemas de Whiteboard (Oliveira et al., 2003), que servem para que os usuários escrevam, desenhem, coloquem figuras, documentos, que são visualizados por todos os outros participantes ao mesmo tempo. No segundo caso, estão as ferramentas de correio eletrônico, onde cada participante lê e escreve as mensagens conforme sua disponibilidade de tempo, e também os fóruns, onde se

pode enviar mensagens, participar das discussões em qualquer momento, e acompanhar e rever as discussões passadas.

Os usuários podem estar todos no mesmo local, como quando as ferramentas de Whiteboard são utilizadas como apoio em aulas de laboratório e exercícios coletivos, ou geograficamente bem distantes. Um exemplo é o dos comitês, espécie de equipes virtuais de programadores que se formam para construir softwares *open source* sem nunca se reunirem pessoalmente.

Fica claro que sistemas de groupware são em essência distribuídos, já que os usuários ficam espalhados pelo tempo e pelo espaço. Mais recentemente, tecnologias de objetos distribuídos têm sido utilizadas no seu desenvolvimento, tornando-os mais portáteis e fáceis de manter.

2.4.4 Sistemas Heterogêneos e Interoperabilidade

Sendo os sistemas de CSCW utilizados por usuários em várias localidades, as plataformas sobre as quais eles necessitam operar são bastante diversificadas. O sistema deve permitir que, por exemplo, um médico com um *laptop* rodando Windows em uma unidade móvel no interior da região Nordeste do país possa interagir com outro em um grande hospital de uma capital de Estado, em sua estação Unix. Por isso, a arquitetura deve ser heterogênea o suficiente para suportar essa interatividade.

Em sistemas que reúnem informações e participantes de várias instituições, além de ferramentas de diversos fabricantes, os formatos e padrões dos dados podem ser diferentes, assim como as necessidades e habilidades de cada usuário. Tecnologias de objetos distribuídos podem propiciar a interação nessas condições, atendendo aos vários tipos de interoperabilidade requeridos, conforme descrito por Ganguly; Ray (2002), ilustrado na Tabela 2-3.

Tabela 2-3 – Tipos de interoperabilidade segundo Ganguly; Ray (2002)

Interoperabilidade	Modo de obtenção
Física	Transmissão física de informações através de mídias compatíveis (disquetes, Compact Discs)
De tipos de dados	Troca de dados em formatos compatíveis com todas as plataformas, como páginas HTML, por exemplo
De especificação	Encapsulamento dos detalhes das informações a serem compartilhadas em entidades (objetos, por exemplo)
Semântica	Definição de propósito, comportamento e estrutura das entidades, para que possam ser vistas abstratamente e utilizadas por todos os participantes do sistema

2.4.5 Objetos Distribuídos

Objetos podem ser considerados pedaços de softwares suficientemente independentes a ponto de poderem executar as tarefas e fornecer as informações que são requisitadas através dos métodos e atributos disponibilizados em suas interfaces sem necessitar recorrer a recursos de outros programas, ou quando necessitados, fazerem isso de modo transparente para o requerente. Para que um sistema seja considerado distribuído, seus objetos devem poder funcionar em vários computadores como se estivessem todos em uma única máquina (Ayers et al., 1999).

Entre as tecnologias que podem ser utilizadas para a integração de sistemas de objetos distribuídos está CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*), uma especificação para distribuição de objetos em rede. Através da estrutura prevista pela especificação, é possível acionar objetos em outras máquinas de maneira transparente, mesmo que eles estejam escritos em diferentes linguagens de programação e instalados em sistemas operacionais distintos.

Outra possibilidade é a utilização de RMI (*Remote Method Invocation*) para a integração. Essa arquitetura permite apenas a integração de objetos escritos em Java.

Os dois modelos de objetos distribuídos descritos utilizam protocolos para comunicação entre objetos desenhados especificamente para cada um. Esses protocolos exigem quantidade significativa de apoio em tempo de execução, além de não serem baseados em HTTP (*HyperText Transfer Protocol*, ou Protocolo para Transferência de Hipertexto), comunicação que não é permitida por muitos *firewalls* (ferramentas que protegem os sites de invasões, controlando a entrada de requisições nos servidores). Pensando nisso, foi criado o SOAP (*Simple Object Access Protocol*), originalmente pela Microsoft, depois alterado pela IBM, e submetido ao Consórcio da Teia de Âmbito Mundial (*World Wide Web Consortium*, ou W3C), que o padronizou. SOAP utiliza XML (*Extensible Markup Language*) para fazer chamadas genéricas de métodos remotamente, embutidas em uma requisição HTTP (Jepsen, 2001). Assim, possibilita a interoperabilidade entre objetos desenvolvidos segundo modelos diferentes, e em plataformas diversas, de maneira transparente, utilizando o protocolo padrão de comunicação via Internet.

2.4.6 Arquiteturas de Sistemas Distribuídos

Ao se tratar de aplicações colaborativas, dois modelos principais de implementação são possíveis: centralizado e distribuído (Reinhard; Schweitzer; Volksen, 1994). No modo centralizado, a aplicação funciona nos padrões tradicionais de cliente-servidor. O servidor concentra o processamento das tarefas e armazenamento dos modelos de dados. Os clientes se comunicam apenas com o servidor, através de protocolos específicos. Desse modo, é mais fácil manter a consistência do modelo e a sincronização das atividades, já que tudo está concentrado no servidor. Porém o tráfego na rede pode ser alto, já que qualquer ação tem que ser propagada entre todos os clientes. Além disso, fica mais difícil manter procedimentos de contingência para que, caso o servidor falhe, a aplicação possa continuar sendo utilizada. A implementação distribuída se aproxima mais do modelo peer-to-peer, onde todos os clientes possuem a aplicação completa instalada. Assim é mais fácil manter contingência e continuar usando a aplicação caso um dos nós falhe. Cada cliente pode se comunicar diretamente com os outros, sendo necessário propagar somente os dados que sejam de interesse de todos os usuários. Isso reduz o

tráfego na rede, mas dificulta o controle da consistência dos dados e sincronização das atividades.

2.5 Segurança das informações médicas

A disponibilização dos dados de pacientes e tratamentos médicos propicia melhor tratamento a menores custos. Com os avanços no gerenciamento dessas informações, o médico pode consultar instantaneamente o histórico do paciente, medidas e tratamentos anteriormente aplicados, exames já realizados, mesmo em outras instituições de saúde. Desse modo, evita-se a repetição de procedimentos, economizando tempo e recursos, dando ao paciente a oportunidade de continuar seu tratamento independentemente da mudança de local. Além disso, a consulta a históricos de casos anteriores ajuda o profissional a conceber melhores tratamentos para seus pacientes. Com a maior acessibilidade das informações, emergiu a questão da segurança das mesmas. Sendo dados pessoais e importantes, não é desejado que sejam acessados indevidamente.

2.5.1 Aspectos éticos do uso de informações de saúde

Não somente pelo uso da tecnologia, mas para qualquer situação em que sejam utilizadas informações de pacientes, para tratamento ou pesquisa, é grande a preocupação com a proteção dos dados contra usos indevidos. O Conselho Nacional de Saúde, por meio da Comissão de Ética em Pesquisa (CONEP, 1996, 2004), publicou em 1996 a Resolução 196/96, que contém as Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas envolvendo Seres Humanos. Os trechos a seguir foram extraídos do texto da Resolução (CONEP, 1996):

“IV – CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O respeito devido à dignidade humana exige que toda pesquisa se processe após consentimento livre e esclarecido dos sujeitos, indivíduos ou grupos que por si e/ou por seus representantes legais manifestem a sua anuência à participação na pesquisa.

IV.1 – Exige-se que o esclarecimento dos sujeitos se faça em linguagem acessível e que inclua necessariamente os seguintes aspectos:

(...) g) a garantia do sigilo que assegure a privacidade dos sujeitos quanto aos dados confidenciais envolvidos na pesquisa;

(...) Os dados obtidos a partir dos sujeitos da pesquisa não poderão ser usados para outros fins que os não previstos no protocolo e/ou no consentimento.”

É obrigatório comunicar ao paciente o armazenamento e uso que será feito de seus dados, solicitando sua autorização para tal. Além disso, os sistemas que guardam, manipulam, transmitem e exibem os dados devem ser capacitados para garantir que o sigilo seja mantido.

2.5.2 Riscos provenientes do compartilhamento de informações

O relatório sobre privacidade e segurança de informações eletrônicas de saúde do National Research Council's Computer Science and Telecommunications Board lista alguns riscos decorrentes de possíveis falhas de segurança, descritos na

Tabela 2-4 .

Tabela 2-4 – Riscos do compartilhamento de informações de saúde (Raman, 1997)

1	Divulgação de informações relevantes por provedores de saúde privilegiados
2	Acesso não autorizado a informações relevantes
3	Possibilidade de identificação de indivíduos entre dados coletivos através da procura de padrões em bases de dados
4	Alterações não detectadas e não autorizadas de informações

Surgiu então a necessidade de implementação de mecanismos de controle de acesso às informações. Em se tratando de conhecimento compartilhado por profissionais a respeito dos tratamentos recomendados e ministrados, faz-se necessário também garantir a confiança da origem da informação. Devem-se implementar formas de garantir que a informação realmente foi proveniente do profissional que a assina.

2.5.3 Regras para compartilhamento de informações

A Ação de Garantia de Portabilidade e Responsabilidade em Saúde (*Health Insurance Portability and Accountability Act*, ou HIPAA) de 1996 determinou aos provedores e planos de saúde nos Estados Unidos que estes deveriam estar em conformidade com os formatos padronizados e regras para compartilhamento de informações de saúde por ela definidos até abril de 2003. As políticas definidas encontram-se resumidas na Tabela 2-5.

Tabela 2-5 – Resumo da política de privacidade da HIPAA (Swire; Steinfeld, 2002)

1	Divulgar suas práticas de informação
2	Usar e divulgar informações protegidas somente com permissão do paciente, exceto em caso de necessidade devido a prioridades nacionais
3	Permitir que o paciente acesse e solicite correção de seus dados
4	Relatar ao paciente a quem seus dados estão sendo revelados
5	Limitar o uso e divulgação de dados protegidos ao mínimo necessário
6	Implementar garantias de segurança para proteger os dados de acesso não autorizado e divulgação
7	Obter garantias por contratos escritos de que seus associados que estejam usando informações protegidas estejam protegendo a privacidade dessas informações

A maioria dos sistemas que hoje armazenam informações de pacientes, seus tratamentos e exames, possui controle de acesso através da criação de usuários e níveis de permissão de compartilhamento da informação. Para proteger os dados que trafegam pelas redes, existem os protocolos para transmissão segura de dados, como o Protocolo Seguro de Transferência de Hipertexto (*Hipertext Transfer Protocol over Secure Sockets Layer*, ou HTTP sobre SSL, ou HTTPS), que implementa o padrão Camada de Conexão Segura (*Secure Sockets Layer*, ou SSL) de criptografia de dados. Certificados de segurança podem ser utilizados para garantir que a informação só será lida por seu destinatário, e também validar a origem dos dados. Mais recentemente, as tecnologias que utilizam *smartcards* vêm sendo empregadas para guardar informações importantes e também controlar acesso de usuários remotamente (Chan et al., 2001).

2.6 Processamento de Imagens Médicas

Na área de Telemedicina, é freqüente a utilização de dados de exames como Tomografias Computadorizadas (*Computer Assisted Tomography*, ou CAT) e Ressonância Magnética (*Magnetical Resonance Imaging*, ou MRI). Esse material é armazenado em quadros de imagens, e os arquivos podem ter, entre outros, os formatos de Imagens Digitais e Comunicação em Medicina (*Digital Imaging and Communications in Medicine*, ou DICOM), *Raw Data* e HDF, descritos na Tabela 2-6.

Tabela 2-6 – Comparação entre formatos de dados (Bacic, 2001)

	Características	Grau de utilização	Grau de padronização
HDF	Formato genérico, com formatação simples, usado em uma grande quantidade de aplicações	Alto	Médio
DICOM	Formato específico para medicina, permitindo a gravação de dados dos pacientes juntamente com os exames	Médio	Alto
Raw Data	Formato genérico sem formatação alguma	Alto	Baixo

Os exames de CT utilizam uma escala de tons de cinza chamada Hounsfield. Nela, cada tom de cinza corresponde a uma densidade de tecido, e é associado a um valor entre -1000 e 1000, onde o valor zero significa a água.

Os médicos utilizam, basicamente, o negatoscópio, uma tela acrílica translúcida iluminada por trás por uma lâmpada fluorescente para colocar as radiografias e analisar. Para reproduzir esse ambiente, as estações de trabalho devem seguir os critérios definidos pela *American College of Radiology / National Electrical Manufacturers Association* (ACR/Nema), listados na Tabela 2-7 a seguir.

Tabela 2-7 – Critérios para visualização de imagens médicas segundo a ACR (ACR Standards, 2002)

1	A luminosidade dos monitores monocromáticos deve ser de no mínimo 50 foot-lamberts
2	A iluminação na sala de leitura deve ser controlada para evitar reflexos no monitor e diminuir o nível de iluminação no ambiente a uma quantidade razoável
3	Possibilitar a seleção de seqüências de imagens
4	Possibilidade de associar com eficácia o paciente e caracterizações demográficas com as imagens em estudo
5	Possibilitar ajuste de nível e da janela, se esses dados estiverem disponíveis
6	Possibilitar funções de Pan e Zoom
7	Possibilidade de rotacionar e inverter as imagens preservando a identificação da orientação do paciente
8	Possibilitar o cálculo e exibição de medidas lineares precisas e determinação de valores dos pixels em valores apropriados para a modalidade (ex.: unidades de Hounsfield para imagens de CT), se esses dados estiverem disponíveis
9	Possibilitar exibição da taxa de compressão das imagens, processamento ou regiões cortadas
10	Deve disponibilizar o tamanho da matriz, a profundidade dos bits, o número total de imagens no estudo, e os parâmetros técnicos clinicamente relevantes.

Os arquivos costumam ser bem grandes, da ordem de *gigabytes*. Por isso, ocupam muitos recursos de armazenamento, transmissão de dados e processamento da máquina.

2.7 Exemplos Referenciais

2.7.1 TIAS (*Tele Image Analysis System*)

O TIAS (*Tele Image Analysis System*) (Boer et al., 1999) é um sistema de diagnóstico remoto cooperativo por imagem apoiado por computador através da

Internet, desenvolvido por pesquisadores da Universität Mannheim, na Alemanha, especialmente para telepatologia. Ele implementa aquisição remota de imagens e visualização das mesmas de modo transparente para o usuário via Web. O sistema reproduz o fluxo de trabalho do patologista durante uma análise. A arquitetura é cliente-servidor: na parte servidor fica o banco de dados que armazena as imagens. Ele também gerencia o manuseio das imagens e as tarefas de processamento; a aplicação cliente faz a aquisição das imagens e é a interface do usuário com o sistema. A parte cliente é desenvolvida em Java, o que a torna independente de plataforma, pois não requer nada além de um navegador Internet para ser utilizada.

No lado servidor, a aplicação contém o banco de dados Adabas D para guardar as imagens, acessado via JDBC. A segurança dos dados é garantida através da atribuição de níveis de permissões para visualização e edição dos conjuntos de dados para grupos, como para arquivos em um sistema Unix. Um servidor HTTP serve as *applets* Java e também páginas HTML estáticas e dinâmicas. Por último, há o servidor de processamento de imagens para as análises programadas anteriormente ou pelos usuários.

A interface cliente é enviada ao usuário na forma de uma *applet* Java embutida em uma página HTML, e serve para a aquisição das imagens e trabalho com conjuntos delas, além da consulta e visualização de imagens do banco de dados, que podem ser analisadas com o auxílio do *Whiteboard* (área para demarcações e anotações).

O usuário pode também programar processamentos a serem feitos nas imagens, através do módulo desenvolvido na interface cliente. Ele disponibiliza símbolos gráficos para cada operação de processamento, com parâmetros de entrada e saída para cada símbolo. O usuário monta seqüências usando os símbolos, formando um novo algoritmo ou método de avaliação sem ter que aprender nenhuma linguagem de programação. Os métodos são armazenados no banco de dados, podendo ser reutilizados posteriormente em outros conjuntos de dados do mesmo tipo.

Os símbolos podem representar servidores de aplicações que fornecem processamentos específicos, por meio de linhas de comando Unix, programas ou componentes Java, que já são integrados ao sistema. Outros tipos de componentes como classes C++ poderão ser acoplados através de uma interface CORBA que ainda estava sendo desenvolvida.

Os pontos positivos da ferramenta são:

- independência de plataforma, pois a interface foi desenvolvida em linguagem Java
- possibilidade de o usuário programar seqüências de tratamentos nas imagens através da interface visual de fácil utilização por profissionais fora da área de tecnologia
- controle de acesso aos dados, através da definição de perfis de acesso.

2.7.2 Cure4Kids - St. Jude's Hospital

O St. Jude's Hospital em Memphis, EUA, abriga o projeto Cure4Kids (St. Jude's Hospital, 2004). É um site educacional destinado a promover melhor tratamento a crianças com doenças graves de países limitados, através da transferência de conhecimento, tecnologia e técnicas organizacionais.

O núcleo do site é um centro de treinamento *online*, com uma biblioteca digital de materiais de referência, uma área de discussão para troca de consultoria e informação entre médicos, e acesso a palestras e seminários *online*.

O site também é utilizado para oferecer palestras ao vivo e sediar reuniões através da Internet, apoiando o desenvolvimento de protocolos de pesquisas internacionais. A tecnologia utilizada é a de voz e vídeo sobre IP (Protocolo de Internet, ou *Internet Protocol*). A tecnologia de videoconferências também é usada para discussão de casos difíceis em oncologia pediátrica. Muitos países, como Brasil,

Líbano, Marrocos, Guatemala, Honduras, El Salvador e México participam regularmente dessas reuniões.

Mais de duas mil pessoas estão cadastradas no site, de mais de 100 países. O cadastramento é gratuito, mas restrito a médicos, enfermeiros, profissionais da saúde e pesquisadores envolvidos com o tratamento de crianças com doenças graves.

A Figura 2-2 mostra uma sessão ao vivo de colaboração no site Cure4Kids. A aplicação disponibiliza a janela para *Chat* e *Whiteboard* para anotações. Caso o equipamento do usuário seja compatível, é possível também utilizar voz e vídeo na comunicação.



Figura 2-2 - Sessão ao vivo no site Cure4Kids

Entre os positivos do site, destacam-se:

- Disponibilização de ambientes para colaboração síncrona e assíncrona entre profissionais cadastrados, sem que seja necessário instalar e configurar aplicações na estação do usuário
- Controle de acesso aos dados através de cadastramento dos usuários e identificação para acesso

- Possibilidade de consultoria dos profissionais do corpo clínico do hospital
- Suporte ao desenvolvimento de protocolos de pesquisa
- Disponibilização de material para consulta gratuita

2.7.3 TeleInVivo

O TeleInVivo (Coleman et al., 1997) é um aplicativo para visualização e exploração colaborativa de dados volumétricos, como ultra-sonografia, tomografia computadorizada e ressonância magnética. Foi desenvolvido pelo Fraunhofer Center for Research in Computer Graphics, nos EUA, como uma extensão do InVivo, sistema para visualização de volumes desenvolvido pelo Fraunhofer IGD, na Alemanha. O objetivo da extensão, que agrega funções de colaboração e novos modos de interação, é solucionar duas questões principais. A primeira é possibilitar o trabalho colaborativo na visualização volumétrica, como os profissionais estão acostumados a trabalhar. A segunda envolve a questão visual e motora, importante em áreas da radiologia como a ultra-sonografia.

O radiologista está acostumado a movimentar o instrumento de ultra-sonografia de modo a visualizar exatamente o que precisa no interior do paciente, o que requer habilidade motora adquirida através de treinamento, prática e experiência. Essa movimentação dentro das fatias de um exame utilizando o *mouse* e o teclado do computador não é fácil, e não oferece a mobilidade ideal para o trabalho do profissional. Por isso, foi acoplado ao sistema um braço mecânico articulado, com seis graus de liberdade de movimentos. Através dele, o profissional se movimenta dentro do exame, visualizando em uma janela de duas dimensões a fatia do exame em uso, e em outra uma figura com três dimensões, mostrando a posição da fatia no exame.

O TeleInVivo proporciona comunicação ponto-a-ponto entre dois usuários remotos. Os dados do exame podem ser transferidos antes da sessão, ou transmitidos durante a mesma. Para propiciar a interação, os usuários podem selecionar as partes

do exame a serem transmitidas, e o nível de resolução desejado. A sincronização da comunicação é feita através de cores indicativas nas bordas das janelas. Verde indica que os dois usuários estão vendo a mesma coisa, e vermelho indica o contrário. A sincronização é mantida automaticamente para operações simples, como a navegação entre fatias, e manualmente para as que requerem a reconstrução da visão de três dimensões. Para obter o controle da sessão, o usuário seleciona com o mouse uma das quatro janelas de visualização padrão. As bordas das janelas ficam verdes quando ele não tem mais o controle. Combinando seu uso com o de ferramentas de teleconferência, o ambiente para colaboração fica completo e eficiente.

Posteriormente, o projeto TeleInVivo evoluiu para a montagem de uma estação móvel de trabalho para ser usada em áreas isoladas como ilhas, áreas rurais e regiões em crise (Versweyveld, 2001). Num único equipamento, estão integrados um computador portátil com capacidades de telecomunicação e uma estação portátil de ultra-sonografia tridimensional. O profissional atuando na região remota executa o exame no paciente e envia os dados através da Internet, via linha telefônica, ISDN ou GSM, para o especialista remoto. A transmissão pode ocorrer *online*, ou seja, quando ambos os profissionais estão conectados à rede, ou *offline*, durante a noite ou momentos de menor uso da rede, até mesmo através de redes de menor largura de banda. No primeiro caso (*online*), o especialista tem a oportunidade de solicitar que sejam feitos mais exames naquele momento, para melhorar o diagnóstico. No segundo caso, o tempo de espera é minimizado. Depois que os dados do exame são transmitidos, somente sinais de controle, como a posição do *mouse* ou acionamento de botões são transmitidos pela rede. Apenas as atividades realizadas por um usuário são transferidas para o local onde está o outro, onde a estação local atualiza a imagem. Assim, mesmo utilizando-se redes com baixa taxa de transmissão, como a linha telefônica ou um telefone móvel com GSM, pode-se ter um intervalo pequeno entre as duas localidades, dando a impressão de que ambos vêem a mesma imagem em suas telas. A Figura 2-3 mostra a estação portátil de trabalho do TeleInVivo.

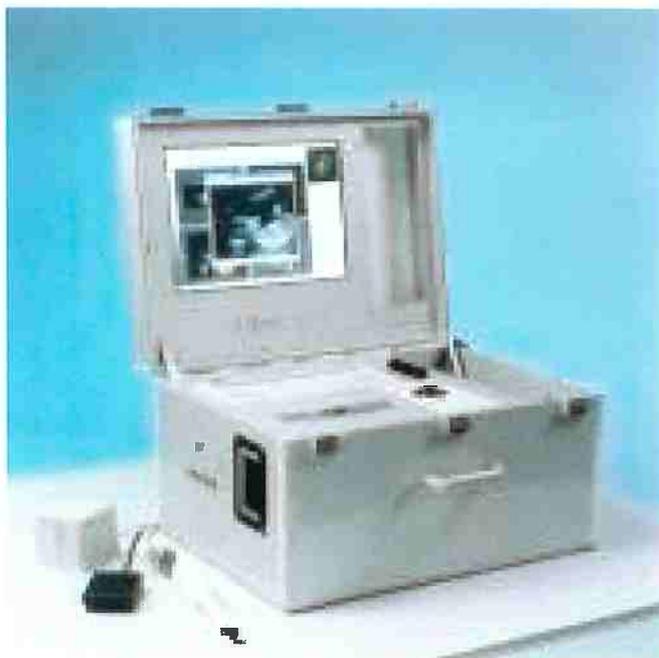


Figura 2-3 – Estação portátil do TeleInVivo (Coleman et al., 1997)

Os principais pontos positivos da aplicação são:

- Disponibilização de braço mecânico para auxiliar a navegação dentro do exame, proporcionando noção visual da fatia no exame como um todo
- Possibilidade de comunicação ponto-a-ponto, inclusive com a estação móvel de trabalho desenvolvida, permitindo o fornecimento de assistência especializada em regiões remotas ou áreas em situações de emergência

Entre os pontos que podem ser melhorados, destacam-se:

- A comunicação pode passar a admitir vários participantes, não somente dois.
- Pode-se implementar mecanismos para controle de acesso às informações

2.7.4 KAMEDIN

Desenvolvido por uma equipe multidisciplinar dentro de um projeto de pesquisa patrocinado pela German Telekom, o KAMEDIN (Handels et al., 1997) é um sistema multimídia de telemedicina para conexões ponto-a-ponto entre usuários em diferentes locais. Ele disponibiliza serviços de transmissão de imagens médicas, teleconferência e discussão de imagens apoiada por computador, além de análise de imagens em um computador externo de alto desempenho.

Como o KAMEDIN se baseia em comunicação via o protocolo TCP/IP, pode ser utilizado para comunicação via ISDN e também em redes de banda larga como Ethernet e ATM. Para se integrar aos ambientes clínicos, o KAMEDIN suporta os padrões ACR/NEMA 2.0 e DICOM 3.0. Os arquivos de exames radiológicos como tomografias e ressonâncias magnéticas costumam formar conjuntos de mais de 100Mb por paciente, então o sistema permite que as imagens sejam transferidas antecipadamente para o outro participante da sessão.

Durante a teleconferência, a sincronização das interações é controlada através de um *token*. Somente o portador do *token* pode realizar operações de processamento de imagens. A posição do mouse do parceiro fica sempre visível como um cursor remoto. Os usuários podem se comunicar por voz, graças à incorporação de um componente de áudio.

Para a visualização e processamento de imagens médicas são disponibilizadas funcionalidades comuns em departamentos de radiologia, tais como medida de densidade e distância, ampliação e redução, visão de uma única ou de múltiplas fatias, e a visualização simultânea de todas as imagens referentes a um paciente, em uma resolução menor. A seqüência pode ser percorrida em duas direções, sendo que a imagem selecionada pelo mouse é exibida em sua resolução normal.

Tecnicamente, a aplicação consiste dos seguintes módulos: interface cliente, processamento de imagens, gerenciador de sessão, transferência de imagens, e o servidor KAMEDIN, que estabelece e encerra conexões de teleconferência,

transmissão de imagens e também as transferências de imagens para o computador externo de alto desempenho.

No módulo de processamento de imagens, está disponível um conjunto de funções para visualização e análise interativa de imagens, tais como ampliação e redução, abertura de várias janelas, medida de distâncias, definição de regiões de interesse (círculos, retângulos e polígonos), medida de intensidade de sinais (para Ressonâncias Magnéticas). Elas podem ser usadas para apresentações locais e também para discussões em teleconferências.

A aplicação foi experimentada em vários hospitais e clínicas radiológicas na Alemanha. Na maioria dos casos, dois médicos em locais diferentes a utilizaram para discutir imagens de tomografias e ressonâncias magnéticas. No caso em que um departamento central de neurocirurgia recebia imagens de clínicas da região para discussão remota e planejamento de ações, a ferramenta foi de grande utilidade em casos urgentes, como lesões cerebrais em vítimas de acidentes. Em outros casos, foram realizadas teleconferências para discutir casos difíceis entre departamentos radiológicos descentralizados.

Para estações UNIX, a ferramenta foi desenvolvida em linguagem C, e a interface gráfica se baseia em X-Windows e OSF-Motif. A versão para Windows NT foi feita em linguagem Visual C++.

Os pontos positivos da aplicação são:

- Disponibilização de ambiente para trabalho colaborativo síncrono, com análise de imagens
- Possibilidade de processamento digital nas imagens

Entre as melhorias que podem ser implementadas, estão:

- controle de acesso às informações manipuladas pela aplicação
- possibilidade de mais de 2 usuários participarem da sessão colaborativa

2.7.5 Espaço Real Médico

O Banco Real, um dos dez maiores bancos de varejo do Brasil atualmente, mantém uma área de seu Portal destinada exclusivamente ao público formado por médicos. É o Espaço Real Médico (RealMedico, 2005). Ele dispõe de uma área aberta a todos, onde ficam disponíveis notícias e artigos direcionados à área da saúde, arquivos com aulas em vídeo para *download* e relação de eventos da área.

Alguns conteúdos do Portal têm acesso restrito e controlado. Para poder visualizá-los, o usuário precisa fazer seu cadastramento, fornecendo alguns dados pessoais, entre eles sua área de atuação (Empresas da área de saúde, Estudantes de Medicina, Grupos de apoio ao paciente, Médicos, Outros Profissionais da Saúde, Pesquisa e educação continuada, Representantes de classe ou Serviços relacionados ao tratamento). Não é necessário ser correntista do banco para se cadastrar. Depois de se identificar, o usuário tem acesso às seguintes áreas:

- busca de artigos em bibliotecas especializadas, como a SciELO
- área para *download* de animações para auxiliar nas explicações aos pacientes
- oportunidades de emprego, com lista das vagas disponíveis
- fórum de discussão

O Centro de Estudos em Informática em Saúde da UNIFESP/EPM (CIS-EPM) desenvolve desde 1988 o software Clinic Manager, uma solução informatizada do atendimento a pacientes. Ele permite coletar e analisar informações sob aspectos médicos e gerenciais. Pode ser usado para o gerenciamento da informação médica em clínicas, consultórios e ambulatórios. Em 2002, o Espaço Real Médico firmou um convênio com o CIS-EPM para um patrocínio do software. Os usuários cadastrados no Portal, que possuam o módulo cliente do ClinicManager, podem enviar para o site os dados de seus pacientes. Eles ficarão armazenados nas instalações do Banco, com a mesma infra-estrutura de segurança da informação utilizada pela instituição. O usuário pode então apenas consultar os dados dos pacientes via Internet, utilizando o

navegador, de qualquer lugar, sem necessidade de ter o módulo cliente instalado em vários locais.

Por se tratar de uma aplicação comercial, hospedada por uma instituição financeira, o site se mantém por meio da oferta de produtos bancários especializados para médicos, como financiamentos com taxas diferenciadas, cartões de crédito, fundos de investimento.

A Figura 2-4 mostra a tela de entrada do Portal, de acesso irrestrito.

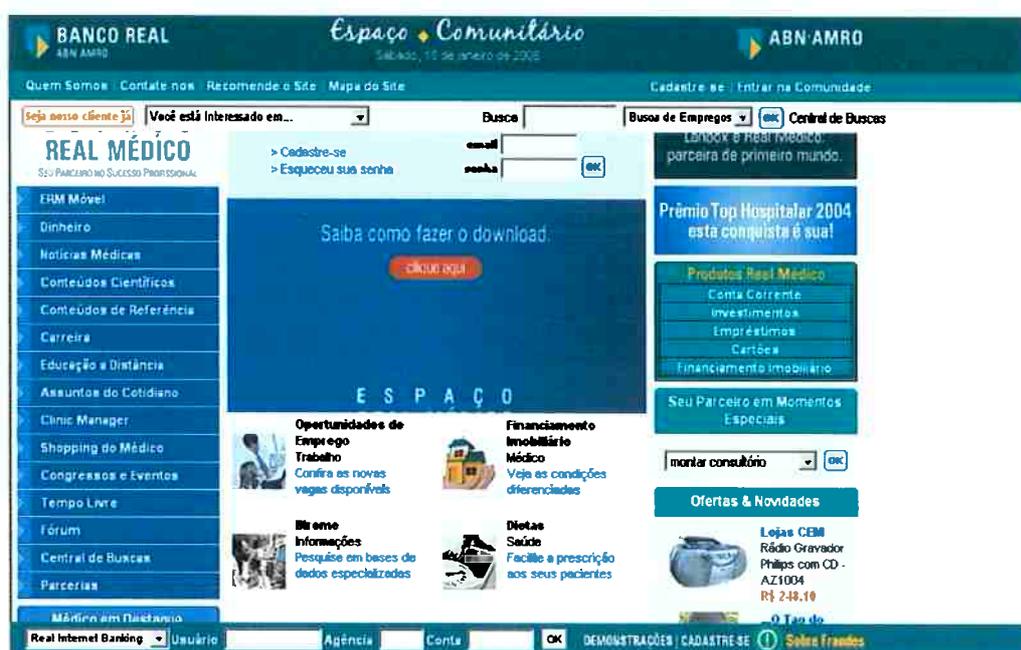


Figura 2-4- Espaço Real Médico

Entre os principais pontos positivos do site, destacam-se:

- disponibilização gratuita de artigos e materiais para consulta
- fóruns de discussão
- possibilidade de integração com software para gerenciamento de informações médicas.

Uma melhoria interessante seria a disponibilização de ferramenta para trabalho colaborativo síncrono hospedada no site.

2.7.6 Comparação entre os sistemas

A Tabela 2-8 sintetiza as principais características dos sistemas estudados.

Tabela 2-8 – Comparação entre os sistemas de telemedicina estudados

Características / Recursos	TIAS	Cure4Kids	TeleInVivo	KAMEDIN	Real Médico
Acesso a Imagens	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Acesso remoto via Internet	Sim	Sim	Sim	sim	Sim
Colaboração Assíncrona	Não	Sim	Não	Nao	Sim
Colaboração Síncrona	Sim	Sim	Sim	Sim	Não
Processamento de imagens	Sim	Não	Sim	Sim	Não
Tecnologia utilizada	Java, Adabas, HTML	Voz e vídeo sobre IP	Não informado	C++, Visual C++, X-Windows, OSF-Motif	Java, Visual C++, Oracle, HTML

Observando as aplicações descritas, percebe-se a importância das ferramentas para colaboração síncrona, preferencialmente podendo haver análise colaborativa de imagens. Nem todas as aplicações possuem controle de acesso, o que é fundamental tratando-se de informações de saúde.

2.8 Considerações finais

Os conceitos apresentados fornecem subsídios para o entendimento da solução proposta. Este capítulo apresentou também uma idéia geral das tecnologias e do contexto dos aplicativos que serviram de base para a pesquisa.

3 CONCEPÇÃO DE SISTEMAS DE TELEMEDICINA EM AMBIENTES COLABORATIVOS

Através da pesquisa realizada, procurou-se levantar as características necessárias a um sistema para apoio ao trabalho colaborativo na área médica. Neste capítulo serão apresentados os requisitos levantados e o sistema proposto, atendendo a essas características com o uso dos recursos tecnológicos disponíveis atualmente.

Observando as aplicações hoje existentes para apoio ao diagnóstico colaborativo, percebe-se que disponibilizam uma série de facilidades importantes para o manuseio de imagens radiológicas, bem como gerenciamento de usuários. Porém, algumas necessitam de plataformas específicas para serem utilizadas. Os profissionais da área médica muitas vezes encontram dificuldade para utilizar as ferramentas, além de nem sempre ser possível instalá-las, conforme os equipamentos disponíveis na instituição. Medidas para garantir a segurança, confidencialidade e confiabilidade das informações também devem ser melhoradas. A possibilidade de tarifação de alguns dos serviços pode viabilizar a disseminação do conhecimento, e melhoria do atendimento prestado aos pacientes.

3.1 Análise de Requisitos

Criar uma ferramenta para apoiar o trabalho colaborativo na área da saúde, observando as dificuldades apontadas, envolve o estudo de alguns tópicos: ferramentas para trabalho colaborativo síncrono e assíncrono, segurança na troca de informações via Internet, projeto de interfaces, tratamento de imagens radiológicas e tecnologias com portabilidade de ambientes.

O objetivo da análise é apontar soluções para, principalmente, a troca de informações e dados entre profissionais da área da saúde de forma eficiente e segura, utilizando ferramentas de fácil instalação e uso, que proporcionem a interação necessária ao trabalho cooperativo remoto. A análise foi realizada reunindo informações vindas de entrevistas com profissionais da área médica, leitura de

artigos nacionais e internacionais relatando experiências semelhantes, e trabalhos anteriores da própria equipe do LSI.

Um dos profissionais entrevistados relatou como a troca de conhecimento funciona na maioria dos casos atualmente. O médico responsável pelo paciente, quando precisa de orientação de outros especialistas, promove a reunião de uma junta médica, convidando os profissionais necessários. Eles se reúnem em uma sala, onde analisam em conjunto os exames atuais e antigos do paciente. Salientam regiões em radiografias e tomografias, estimam volumes, comparam com outros exames do mesmo e de outros pacientes. Analisam também outros tipos de informações sobre o estado de saúde e tratamentos aplicados na pessoa, e consultam artigos e bibliografia relacionados, para chegar a conclusões melhores, com base na experiência e conhecimentos de todos, emitindo finalmente um parecer, que pode indicar um tratamento com melhores resultados. Para isso, freqüentemente, o paciente precisa se deslocar até os grandes centros, onde se concentram os melhores hospitais e profissionais com mais acesso a conhecimentos avançados. Ou então, os profissionais precisam se deslocar até os locais mais remotos, o que fica sujeito à disponibilidade dos mesmos. Esse processo está representado na Figura 3-1.

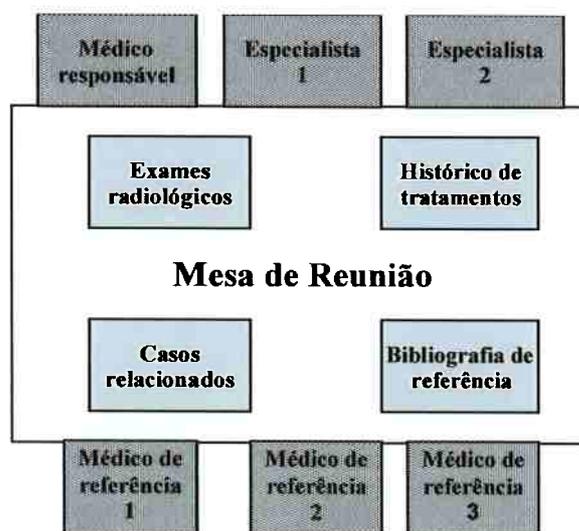


Figura 3-1 – Processo convencional de diagnóstico colaborativo

Outro profissional entrevistado mencionou mais uma situação em que se faz necessária a colaboração remota síncrona entre profissionais da área da saúde.

Quando o paciente está se submetendo a um exame solicitado pelo médico, nem sempre o profissional que opera o aparelho consegue enfatizar a informação que para o médico seria mais relevante. Em outras vezes, o operador detecta informações e faz o exame mais detalhado em uma área, sendo que o médico já conhecia essas informações, e havia solicitado o exame necessitando de mais detalhes em outra área. Ou mesmo, acaba sendo necessário repetir o exame, pois o detalhe que o médico estava interessado em estudar passou despercebido e não foi bem documentado pelo operador. Sendo assim, seria interessante que esses profissionais pudessem se comunicar no momento da execução do exame, e preferencialmente trocar algumas das imagens obtidas, esclarecendo se a informação que o médico procurava vai estar documentada no exame, e também evitando o gasto com material para documentar e armazenar informações que já haviam sido analisadas em outros exames.

Ao observar as ferramentas para trabalho colaborativo existentes hoje, nota-se que podem ser de grande valor para um país geograficamente extenso como o Brasil. A possibilidade de utilização delas através de redes como a Internet viabiliza o acesso de pacientes das regiões mais distantes dos grandes centros ao conhecimento dos profissionais mais experientes e avançados, que se concentram nas capitais. Isso ocorre sem que o paciente, e conseqüentemente parte de sua família, tenha que deixar sua cidade para fazer tratamentos, muitas vezes de longa duração. O profissional com mais especialização também pode, assim, disseminar o conhecimento entre os outros profissionais, tratando em conjunto os casos e compartilhando experiências.

Nas conversas com profissionais da área da saúde, foi levantada a necessidade de várias ferramentas para trabalho colaborativo remoto síncrono e assíncrono. Desde a utilização da Internet para busca de artigos e informações sobre tratamentos, até a disponibilização de ferramentas para, por exemplo, videoconferência, se mostraram de bastante utilidade. Muitos utilizam sistemas de consulta a bibliotecas digitais, lêem artigos e visitam páginas de outros profissionais e instituições para atualizar seus conhecimentos e também para encontrar soluções para seus pacientes.

Alguns sistemas de fórum, com cadastramento de perguntas e respostas, existem para áreas específicas, e são utilizados para discussão de assuntos da área. Outros sistemas, como o Cure4Kids (St. Jude's Hospital, 2004), possibilitam o upload de exames e informações de pacientes, para discussão entre o profissional responsável e os demais.

A interação assíncrona entre os profissionais acaba por suscitar a necessidade de ferramentas para comunicação síncrona entre eles, uma vez que muitos detalhes são melhor discutidos através da conversa e avaliação conjunta de exames, inclusive radiografias e tomografias.

Em ambos os casos, é necessário garantir a segurança dos dados que serão compartilhados entre os profissionais, e também a identidade dos participantes, para que possa valer a confiança nas informações e conhecimentos por eles fornecidos.

A possibilidade de tarifação de alguns dos serviços das ferramentas mostrou ser um mecanismo que viabilizaria a troca de ainda mais conhecimentos, e reduziria o custo da análise e diagnóstico em alguns casos.

Profissionais recém-formados também podem ser beneficiados com a existência de canais através dos quais possam enviar suas dúvidas e receber orientação de profissionais mais experientes. Sites institucionais que ofereçam fóruns e listas de discussão, tarifados ou não, podem organizar e democratizar o acesso a essa orientação, possibilitando aos profissionais prestarem melhor atendimento aos pacientes, aproveitando o conhecimento acumulado pelos mais experientes.

Considerando ferramentas para trabalho colaborativo aplicadas à telemedicina, foram levantados seus principais requisitos. A Tabela 3-1 apresenta os requisitos genéricos de aplicações para trabalho remoto em grupo e a Tabela 3-2 apresenta os requisitos específicos para trabalho remoto em grupo na área da saúde. Ambas foram elaboradas com base nas entrevistas realizadas, e nas referências bibliográficas e casos semelhantes consultados.

Tabela 3-1 – Requisitos genéricos de aplicações para trabalho remoto em grupo

Controle de acesso a informações compartilhadas	É preciso saber quem tem e teve acesso a que informações. Para que um usuário possa acessar determinadas informações, o responsável por elas precisa permitir o acesso e determinar os limites do mesmo.
Controle de entrada de usuários em cada sessão de colaboração	Para participar de uma sessão de trabalho em conjunto, o participante precisa ser autorizado pelo organizador da mesma. Estabelece-se a necessidade de toda sessão possuir um organizador. Os participantes podem ser convidados previamente por esse ou outros participantes.
Agendamento de sessão	É desejável que o usuário possa programar o acontecimento de uma sessão de colaboração, enviando ou não convites aos participantes. Eventualmente, alguns dos materiais a serem discutidos podem ser enviados aos participantes confirmados.
Guarda do histórico da sessão	Se durante a sessão forem trocadas mensagens texto, é interessante que elas sejam arquivadas, para possibilitar futuras consultas.
Importação de documentos e dados para o repositório comum	Durante a sessão, os participantes podem trazer novos materiais, desejando guardá-los no repositório compartilhado pelos demais.
Análise síncrona de arquivos e edição dos mesmos	Os participantes podem, durante a sessão, analisar simultaneamente materiais em arquivos, e também alterá-los, editá-los ou salientar partes dos mesmos. A ferramenta deve tratar de manter a integridade dos materiais, e promover a divulgação das alterações e seus autores aos participantes de forma que possam participar satisfatoriamente da análise.
Espaço para esboço e desenho de idéias	Um espaço onde os participantes possam desenhar, rabiscar livremente em conjunto aproxima a sessão virtual de uma reunião presencial. Da mesma forma, a ferramenta deve tratar do controle e propagação das contribuições de cada participante aos demais.
Chat para troca de mensagens texto	Principalmente para os equipamentos que não disponham de recursos mais avançados de comunicação audiovisual, é bastante importante que os participantes das sessões possam trocar mensagens texto como nas já populares ferramentas de <i>chat</i> , simulando a conversação que estariam tendo na reunião presencial.
Recursos para comunicação audiovisual	É interessante que as estações possuam equipamento para transmissão de vídeo e voz. Assim, pode-se transmitir a imagem do participante, tornando mais autêntica sua participação e aumentando a confiabilidade das informações por ele trazidas. Além da questão de segurança, a comunicação por voz e vídeo facilita muito a compreensão dos assuntos entre os participantes.

Tabela 3-2 – Requisitos específicos para trabalho remoto em grupo na área da saúde

Controle de acesso a informações de pacientes	As informações sobre a saúde de um paciente são altamente confidenciais e pessoais, o acesso a elas devem ser totalmente restrito e controlado. Assim, os usuários devem possuir identificação e senha para usar as ferramentas e manipular as informações, somente quando devidamente autorizados pelos responsáveis pelas mesmas.
Controle de entrada de usuários em cada sessão	Ao participar de uma sessão de trabalho colaborativo, o usuário terá acesso às informações compartilhadas na mesma. Para isso, deve ter sido convidado e autorizado pelo organizador da sessão.
Agendamento da sessão	Geralmente, os participantes vão discutir e analisar exames do paciente. Esses dados ficam em arquivos geralmente volumosos, por isso é interessante que a sessão possa ser previamente programada, e esses conteúdos transmitidos aos participantes antecipadamente.
Possibilidade de fazer <i>log</i> da sessão	Como as sessões podem gerar partes de protocolos de tratamento, dar origem a laudos de diagnóstico, ou mesmo servir de base para orientação e pesquisa por outros profissionais, é interessante que as mensagens de texto trocadas possam ser arquivadas para consultas futuras.
Possibilidade de carregar os dados do paciente de bases de dados de instituições, como a base do site Neuroblastoma (participante de algum protocolo)	Existem muitas bases de dados de pacientes em hospitais e outras instituições, algumas em formatos padrão utilizados no mercado. É interessante que o usuário possa carregar os dados dessas bases de forma automatizada, como parte do material a ser discutido na sessão.
Possibilidade de abertura de fatias de exames radiológicos, e fazer marcações sobre a fatia, propagadas aos demais participantes em tempo quase que real	Controle de acessos concorrentes aos dados e documentos.
<i>Chat</i> para troca de mensagens texto	A troca de mensagens de texto é bastante útil para o trabalho em grupo, principalmente porque permite a participação no trabalho de profissionais que não possuem equipamentos para comunicação via voz e vídeo
Para quem tiver equipamento capacitado, possibilitar exibição do participante em vídeo e voz	A comunicação audiovisual acelera o processo de troca de conhecimento e experiências.
Possibilitar aplicação de filtros, efeitos e tratamentos sobre os exames	O processamento digital das imagens radiológicas pode ajudar na busca pelo diagnóstico.

3.2 Arquitetura Geral

Para apoiar o trabalho colaborativo e o compartilhamento de informações na área da saúde, foi proposta uma solução que utiliza um Portal como ponto de partida para a disponibilização de uma aplicação para apoio ao trabalho colaborativo síncrono.

Em um Portal, podem-se disponibilizar informações de diversas maneiras, desde a publicação de notícias da área a que se refere, até aplicações úteis para seu público-alvo. Ele se presta não somente a divulgar informações, mas também a propiciar a interação, síncrona ou assíncrona, entre seus usuários e o Portal, e os usuários entre si. Para atingir esses objetivos, o Portal pode agregar várias características, entre elas:

- área para divulgação de notícias da área de interesse, como publicações e eventos relacionados.
- área com conteúdo direcionado aos usuários, entrevista com profissionais relevantes para eles.
- área para grupos de discussão, permitindo a troca de experiências entre os usuários, estimulando a formação de comunidades.
- área para comunicação dos usuários com o Portal, onde possam deixar dúvidas, críticas, sugestões, comentários.
- área para disponibilização de ferramentas para *download*, agindo como meio de distribuição de aplicações.

3.2.1 Portal de Telemedicina

Além das características de estimular a formação de comunidades e divulgar notícias e conteúdos pertinentes à área, um portal de Telemedicina tem o

papel de promover o desenvolvimento profissional dos usuários. Ao interagirem uns com os outros, os profissionais conseguem melhores resultados nos tratamentos dos pacientes. Sendo assim, a solução proposta inclui um Portal de Telemedicina, que ofereça não somente informações médicas, mas também suporte para a interação, devendo contemplar as seguintes características:

- Área de acesso liberado a todos, com divulgação de notícias da área médica, publicações, eventos e matérias de interesse da categoria, como entrevista com profissionais relevantes para eles.
- Área com acesso restrito, onde haja suporte para a interação dos usuários com o Portal e entre si. A identificação dos usuários permite que sejam armazenadas estatísticas sobre os interesses e necessidades dos profissionais. Essas informações servem como material para orientar o desenvolvimento de novas funcionalidades e o planejamento de conteúdos a serem oferecidos.
- Na área restrita, devem ser oferecidas opções de interação entre os usuários:
 - Assíncrona, como fóruns de discussão
 - Síncrona, como ferramentas para apoio ao trabalho colaborativo, preferencialmente com possibilidade de análise de exames, prática comum na área da saúde.
- Para facilitar a interação, o Portal deve dar aos usuários a possibilidade de armazenarem nele seus dados e de seus pacientes, para poderem utilizá-los nas opções de interação oferecidas.
- Na área médica, *Protocolos* podem ser usados como referência para tratamentos. Um protocolo é formado pela sequência de tratamentos ministrados a um paciente, tornando-se referência para o tratamento de outros. Eles são construídos com base nas informações trocadas

entre profissionais. É interessante que o Portal armazene Protocolos, e também ofereça suporte à construção dos mesmos.

As aplicações descritas nos itens 2.7.2 – Cure4Kids e 2.7.5 – Espaço Real Médico são exemplos que contemplam algumas das características descritas.

A equipe de Telemedicina do LSI já mantém, em parceria com diversas instituições da área médica, um portal sobre câncer pediátrico. Sendo assim, a descrição da proposta será concentrada na aplicação colaborativa, que será futuramente disponibilizada no portal..

3.2.2 Aplicação Colaborativa

Observando as aplicações da informática existentes hoje na área da saúde, percebe-se que muitas disponibilizam áreas para troca de informações e experiências entre os profissionais. Pode-se notar que muitos fazem uso dessas ferramentas, e que muitas vezes, a troca de informações de forma assíncrona acaba por suscitar o desejo de uma interação síncrona. Há muitos detalhes difíceis de serem explicitados na comunicação assíncrona, principalmente quando o assunto envolve materiais como exames radiológicos, como é o caso na área da saúde. Por isso, aplicações colaborativas síncronas, preferencialmente as que possibilitam lidar com imagens, se revelam muito úteis para profissionais dessa área. Sendo assim, em um Portal que agrega usuários e informações relacionadas à área, a disponibilização de uma ferramenta para apoiar a colaboração síncrona é de grande utilidade. Na solução proposta, uma aplicação para apoio ao trabalho colaborativo síncrono remoto, possibilitando análise de imagens, é integrada ao Portal de Telemedicina. Desse modo, os profissionais cadastrados no Portal podem ter acesso a essa facilidade, e utilizar nela seus dados e de seus pacientes armazenados no Portal. A Figura 3-2 representa essa integração.



Figura 3-2 – Portal de Telemedicina e Aplicação Colaborativa

Aplicações colaborativas síncronas podem ser usadas tanto para o trabalho, quanto para o estudo em grupo. Uma ferramenta assim deve possibilitar o estabelecimento de sessões das quais os profissionais participam, sendo que um deles geralmente está gerenciando a sessão. Nela, os profissionais podem compartilhar arquivos, mensagens de texto e, preferencialmente, ter a opção de se comunicar através de voz e vídeo, com a segurança e confidencialidade necessárias para o acesso a informações de pacientes. Ao final da sessão, pode ser emitido um parecer a respeito do caso, do qual todos são autores. A Figura 3-3 sintetiza os elementos que fazem parte desse processo.

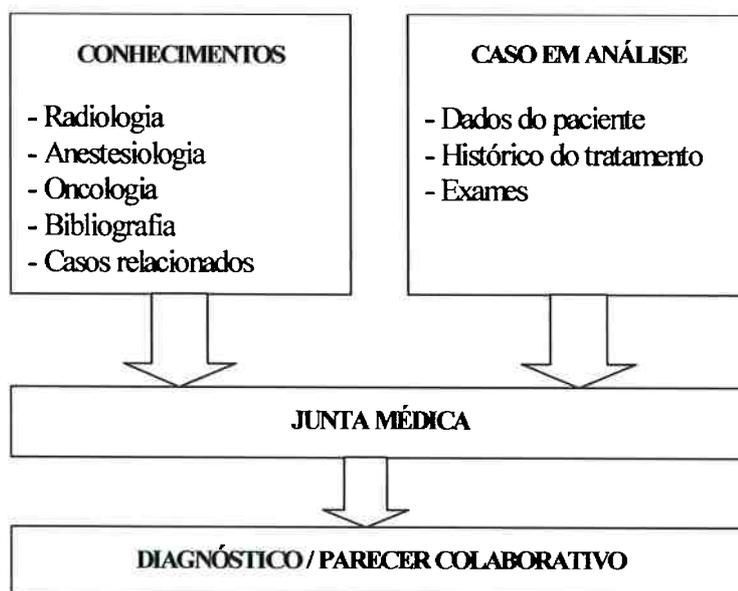


Figura 3-3 – Elementos para diagnóstico colaborativo

A mesma ferramenta pode ser usada por um professor, para expor determinado conceito aos alunos e utilizar um caso como exemplo, ou para promover um exercício com grupos de alunos, para exercitar a discussão de um caso em grupo, elaborando diagnósticos e tratamentos através da análise de imagens. A seqüência de interações desse caso esta ilustrada na Figura 3-4.

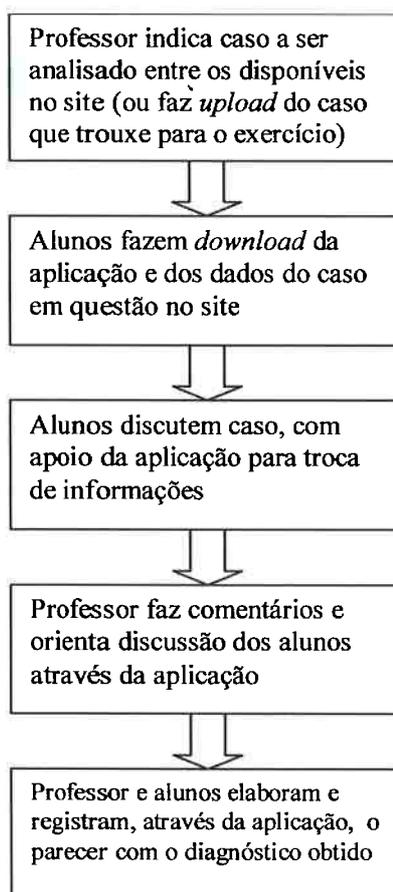


Figura 3-4 – Fluxo de atividades no uso educacional da aplicação colaborativa

3.3 Modos de Utilização

Alguns modos de utilização foram inicialmente o objetivo da ferramenta colaborativa: o trabalho colaborativo e o ensino, presencial ou à distância. Conforme sua evolução, outros usos futuros podem surgir, tais como a interação entre o médico solicitante e o profissional que está realizando um exame radiológico, através de dispositivos móveis como celulares.

3.3.1 Diagnóstico Colaborativo Remoto

Vários profissionais, situados em diferentes regiões, podem utilizar a ferramenta para auxiliar no estabelecimento de um diagnóstico para um paciente. Previamente, o médico responsável convida os demais especialistas dos quais necessita opiniões, agendando a sessão colaborativa. No horário marcado, todos acessam a aplicação, podendo visualizar exames e trocar informações sobre o caso. Assim, o médico que deseja obter uma segunda opinião sobre um caso não necessita deslocar profissionais para isso, facilitando a consulta a outros colegas e especialistas.

A Figura 3-5 mostra uma aplicação de teste desenvolvida pela equipe técnica do Portal de Oncopediatria do LSI, para auxiliar na identificação das funcionalidades para uma ferramenta desse tipo junto à equipe de médicos. A figura ilustra a realização de uma sessão de colaboração, para a discussão de um caso analisando exames radiológicos (Rosa et al., 2004).

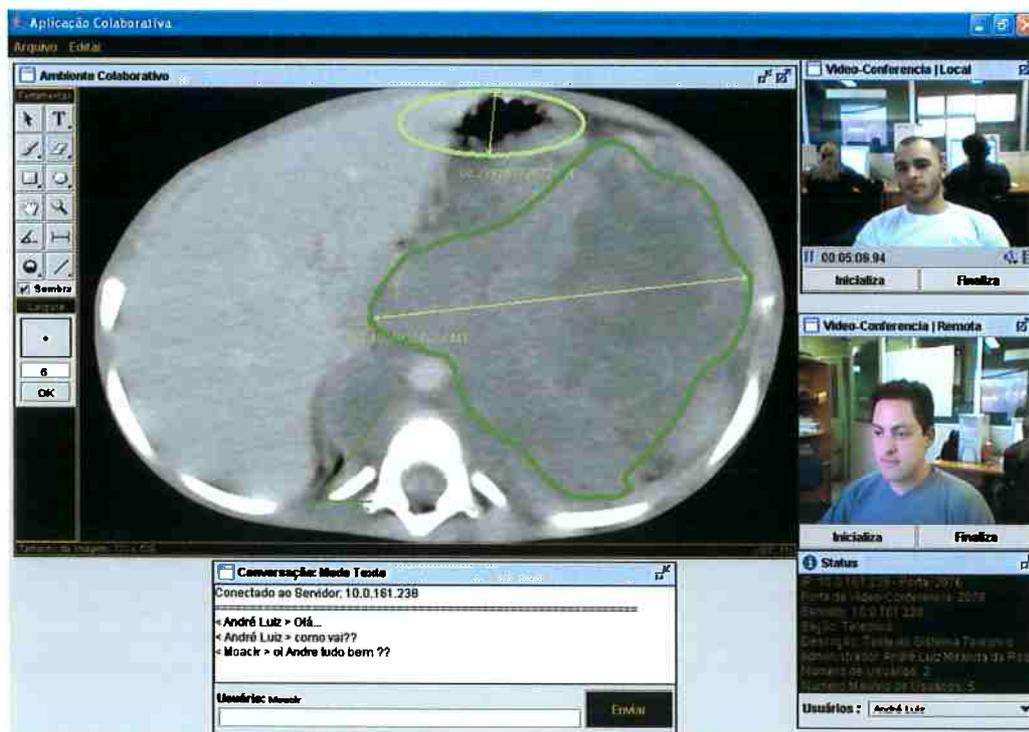


Figura 3-5 – Sessão colaborativa (Rosa et al., 2004)

3.3.2 Educação Presencial e à Distância

Uma das formas fundamentais de aprendizado para alunos da área da saúde são as aulas práticas. A discussão de casos entre os alunos, à luz da experiência do professor, os ajuda a exercitar a capacidade de analisar os dados e exames e considerar várias hipóteses para chegar a um diagnóstico.

A ferramenta colaborativa pode ser usada localmente, para auxiliar o registro da discussão e das conclusões, durante uma aula. Ela facilita a exibição dos exames na forma digital, sem que seja necessário distribuir cópias dos exames a cada grupo de alunos, o que nem sempre é possível. Dessa forma, a avaliação também é facilitada, assim como o relato das informações absorvidas.

Ainda mais características da aplicação são aproveitadas no seu uso remoto para o ensino. O professor pode discutir um caso com alunos, analisando dados e exames, sem que ninguém tenha que se deslocar de suas cidades. A possibilidade de interação através de mensagens e texto e também da lousa digital permite que o conhecimento seja transmitido com bastante eficácia. Até mesmo a questão da timidez, ou receio de mostrar suas dúvidas, que muitos alunos enfrentam, são mais facilmente superados pelo uso da comunicação virtual. Assim, é viabilizada a transmissão de conhecimento para profissionais que teriam bastante dificuldade de outro modo, devido a fatores como distância de grandes centros, escassez de recursos ou dificuldades para deslocamento até centros de ensino.

3.4 Descrição Funcional

O tratamento de pacientes de com câncer utiliza diversos tipos de exames radiológicos, tais como ultra-sonografia e Raios-X, para tentar identificar o problema e delimitar as áreas atingidas. A interação entre os especialistas para a análise dos exames faz-se necessária, e ferramentas que possibilitem a comunicação entre eles tornam-se bastante úteis. Elas devem permitir a interação entre os participantes do

modo mais próximo possível do que seria a reunião presencial. Para isso, devem possuir diversas funcionalidades, descritas a seguir.

A aplicação colaborativa permite a interação entre vários profissionais remotamente. Inserida no portal, pode ser usada pelos seus membros, aproveitando dados de pacientes e exames acessados através dela. A Figura 3-6 esquematiza esse relacionamento.

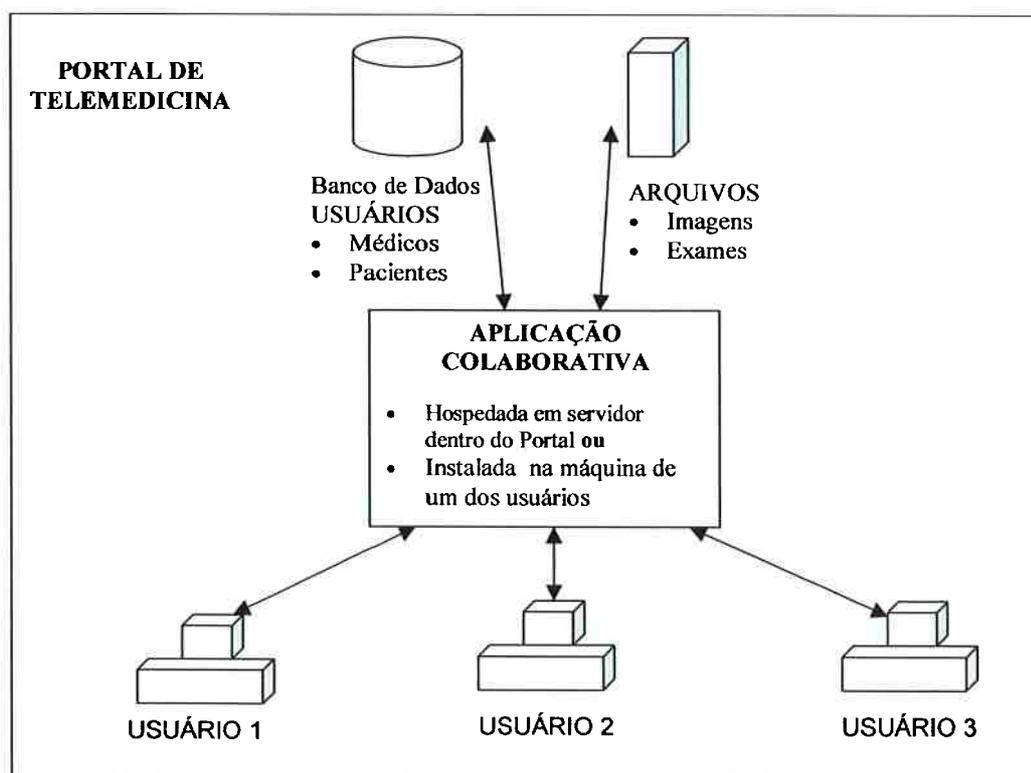


Figura 3-6 – Aplicação Colaborativa inserida no Portal de Telemedicina

Os usuários presentes na figura em geral são médicos ou profissionais da área da saúde, cadastrados no portal Neuroblastoma. Eles podem ser chamados os Atores da aplicação colaborativa, como ilustra a Figura 3-7.

O Profissional moderador agenda a reunião virtual, convida os participantes e autoriza sua entrada na sessão. O Médico responsável é aquele que cuida oficialmente do paciente cujo caso será discutido. É responsável pelos dados do mesmo, sendo o único que pode autorizar o acesso a essas informações para outros

médicos e profissionais. Pode ele mesmo fazer o convite aos profissionais que irão participar da sessão, e ser o moderador da mesma, ou não. O profissional participante pode ser outro médico, da mesma especialidade do responsável, ou de outras especialidades relevantes para a discussão, que tenha sido convidado a participar. Muitas vezes, é necessária a opinião de médicos anestesistas, pediatras, radiologistas, entre outros, na discussão de um caso de oncologia pediátrica, por exemplo. Pode também ser algum outro profissional da área da saúde, que possa fornecer informações interessantes para o tratamento do paciente, como nutricionistas e enfermeiros.

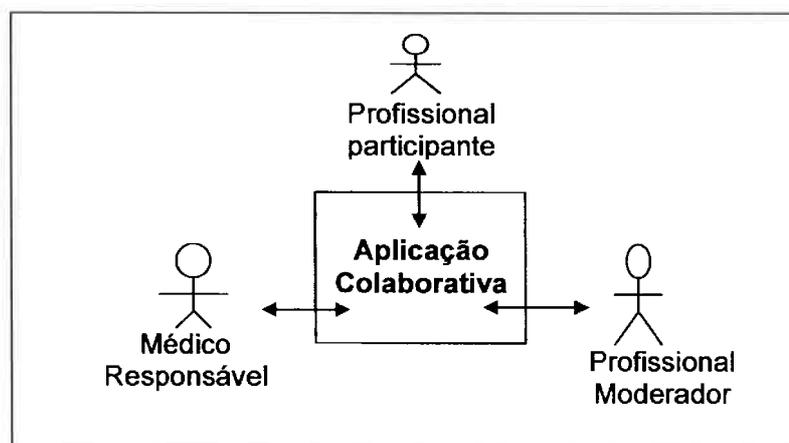


Figura 3-7 – Atores da Aplicação Colaborativa

3.4.1 Serviços de CSCW

A aplicação possui controle de acesso baseado em identificação de usuário e senha. Previamente, o profissional participante é cadastrado na base de dados do sistema. Para ter acesso à aplicação, informa sua identificação de usuário e senha. Caso os dados sejam validados com sucesso, o participante é autorizado a entrar, recebendo uma lista das salas para as quais está convidado a participar da sessão, para que possa escolher a que deseja.

Para que a aplicação possua as características necessárias levantadas, várias funcionalidades foram projetadas e agrupadas nos três componentes principais da

aplicação: *whiteboard* para análise de exames, *chat* para troca de mensagens de texto, e videoconferência, além do componente auxiliar para funções administrativas. As funcionalidades que cada componente disponibiliza são detalhadas na Tabela 3-3.

Tabela 3-3 – Componentes do sistema e respectivas funcionalidades

Componente	Funcionalidades
<i>Whiteboard</i>	<ul style="list-style-type: none"> - abrir um exame para analisar, - escolher uma fatia do exame para visualizar, - marcar uma determinada área da fatia para destacar, - ampliar ou reduzir uma área marcada, - medir uma distância marcada, - alterar o contraste e o brilho do exame, - requisitar atualização do <i>whiteboard</i> que está visualizando (a atualização é feita automaticamente pela aplicação, para manter o sincronismo da interação, porém o participante pode solicitar a atualização a qualquer momento).
<i>Chat</i>	<ul style="list-style-type: none"> - enviar mensagem de texto, - requisitar atualização da lista de mensagens mais recentes exibidas (a atualização é feita automaticamente pela aplicação, para manter o sincronismo da interação, porém o participante pode solicitar a atualização a qualquer momento), - solicitar o arquivo com o histórico das mensagens trocadas durante a sessão.
Vídeo	<p>O módulo de vídeo além da finalidade de facilitar a interação entre os participantes tem também a de aumentar a confiança na procedência das informações, pois permite a identificação visual dos participantes.</p> <p>Além disso, a videoconferência aumenta o potencial da aplicação como ferramenta para ensino à distância, dando mais vivacidade e qualidade a palestras e aulas remotas.</p> <p>Os usuários receberão os serviços de acordo com a capacitação de suas estações. Caso possuam equipamentos para transmitir áudio (microfone) e vídeo (<i>webcam</i>), poderão participar da videoconferência. Caso contrário, poderão apenas assisti-la.</p>
Auxiliar	<p>Além dos três componentes principais, a aplicação conta ainda com funcionalidades auxiliares, tais como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - apresentação da lista de participantes presentes na sessão, - exibição dos dados cadastrais do paciente em questão (quando autorizado pelo responsável). <p>Essas janelas podem ser ocultadas, para facilitar a visualização dos módulos quando o participante preferir.</p>

3.4.2 Mecanismos para Tarifação

Durante o levantamento dos requisitos para a aplicação junto aos profissionais da área da saúde, foi detectado que em alguns casos, seria interessante a aplicação dispor de meios para a tarifação de seu uso, a fim de viabilizar sua manutenção no local hospedeiro. Assim, por exemplo, usuários menos experientes poderiam requisitar a opinião de profissionais com mais conhecimentos em determinada área, utilizando a ferramenta hospedada no Portal Neuroblastoma, ou em outra instituição da área. Essa utilização seria feita mediante o pagamento de uma tarifa de utilização, variável para profissionais membros ou não da instituição.

Para o funcionamento dessa tarifação, uma das possibilidades é o conceito de micro-pagamentos. São quantias pequenas, da ordem de centavos, que podem ser usadas para compra de publicações, utilização de serviços como fax de documentos, através da Internet. Esses pequenos valores poderiam ser adquiridos de instituições financeiras como bancos ou administradoras de cartões de crédito, que intermediariam a transação entre o usuário e a instituição provedora do serviço no momento da tarifação.

Uma tentativa de padronização dos micro-pagamentos foi enviada ao Consórcio da Teia de Âmbito Mundial (*World Wide Web Consortium*, ou W3C) em 1995: o Protocolo para Transferência de Micro-pagamentos (*Micro Payment Transfer Protocol*, ou MPTP). Era uma variação do *Pay-Word* proposto por Rivest; Shamir (1995) e também inspirada no *Millicent*, proposto por Manasse (1995). É um protocolo para transferência de valores intermediada por um negociador comum, com tempo de resposta pequeno, ideal para aplicações interativas. A padronização não foi levada adiante, mas implementações do *Millicent* e do *Pay-Word* foram feitas por empresas de tecnologia como a IBM.

Além da viabilização da hospedagem da ferramenta, existe a necessidade de sustentabilidade do processo de consultoria, tanto nos casos de simples discussões, como nos casos de utilização da ferramenta para obtenção de segunda opinião médica. Neste último caso, como se trata de algo muito semelhante a uma consulta

médica, o profissional que fornece a opinião precisa ser remunerado de forma correspondente.

Com o avanço da utilização de informática e telecomunicações nos processos diários dos ambientes clínicos, a questão da remuneração pelos conhecimentos e experiência fornecidos se torna mais freqüente. Não é o objetivo desta pesquisa se aprofundar nessa questão, mas sabe-se que as iniciativas e projetos precisam ser sustentáveis, tanto do ponto de vista da infra-estrutura de apoio quanto do ponto de vista dos profissionais envolvidos. Caso contrário, pode-se vir a ter situações em que a infra-estrutura para a realização das colaborações remotas está disponível, mas os profissionais participantes não, pois estão ocupados com suas atividades clínicas convencionais.

3.5 Detalhamento da Arquitetura da Aplicação Colaborativa

A aplicação colaborativa síncrona foi desenvolvida seguindo o modelo cliente/servidor, ou seja, um módulo servidor para receber as requisições dos usuários, e o módulo cliente, que disponibiliza a interface para o usuário acessar a aplicação e participar das sessões. Não necessariamente os dois módulos precisam estar na mesma máquina. Normalmente, para o uso durante sessões colaborativas, o módulo servidor fica no servidor da rede, e o módulo cliente na máquina do usuário. Quando o usuário for utilizar a ferramenta para aprendizado, ministração de aulas e palestras, os dois módulos usualmente estarão instalados no mesmo computador.

Como a aplicação colaborativa a ser usada pelo portal ficará hospedada no *cluster* (grupo de servidores que trabalha como se fossem uma única máquina) da rede, pode-se contar com as funcionalidades dele para apoiar os esquemas de contingência e escalabilidade. Por se tratar de uma aplicação colaborativa síncrona, é muito importante que a propagação das atividades entre os usuários seja feita em tempo mais próximo do real possível. Além disso, vários usuários podem fazer alterações no modelo em momentos bem próximos, sendo necessário controlar os acessos concorrentes para garantir a consistência. Considerando-se esses fatores, a

arquitetura escolhida para a implementação do protótipo foi a arquitetura centralizada.

3.5.1 Módulo Servidor CSCW

O módulo servidor da aplicação compreende a parte de controle de acesso, gerenciamento das salas de colaboração, concorrência entre requisições e histórico de operações. Seu desenvolvimento foi projetado envolvendo várias partes acopláveis, para permitir maior modularidade, facilidade de manutenção e escalabilidade. A Figura 3-8 ilustra a composição do servidor. As responsabilidades de cada parte serão descritas mais detalhadamente a seguir.

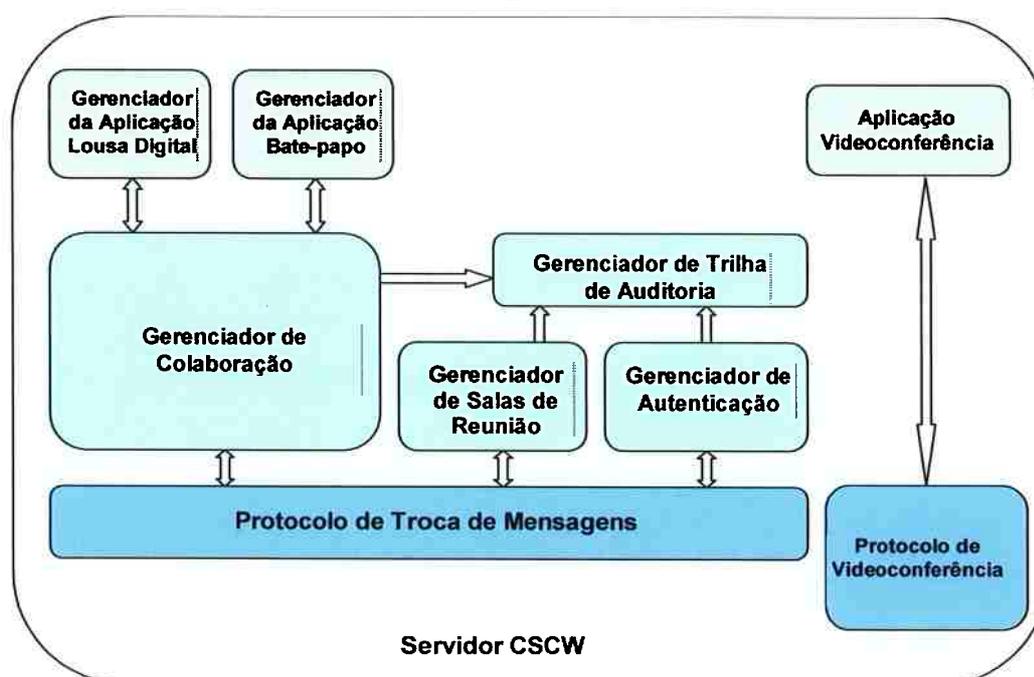


Figura 3-8 – Módulo Servidor da Aplicação

3.5.1.1 Protocolo de Troca de Mensagens

O componente Protocolo de Troca de Mensagens é responsável por receber todas as mensagens de requisições vindas dos clientes e encaminhá-las para os respectivos componentes tratadores, ou Gerenciadores (*Handlers*). É a porta de entrada e saída de informações do servidor. Essa comunicação foi centralizada nesse componente, para que os demais não precisem se preocupar com o modo como ela

acontece. Assim a aplicação pode facilmente ser adaptada para novas formas de comunicação não implementadas no protótipo. Por exemplo, se a aplicação precisar se comunicar com dispositivos móveis, como telefones celulares e PDA (*Personal Digital Assistant*, ou Assistente Pessoal Digital, computador de mão), será necessário utilizar um protocolo de comunicação compatível com esses dispositivos. Devido à modularização, basta alterar esse componente para permitir a comunicação.

3.5.1.2 Gerenciador de Autenticação

A aplicação está inserida no Portal, aproveitando as funcionalidades de cadastramento de usuários do mesmo. Sendo assim, o usuário irá utilizar a aplicação com os mesmos dados que usa para entrar nas áreas de acesso controlado do portal, inclusive a área onde estará disponível a ferramenta.

No protótipo desenvolvido, o Gerenciador de Autenticação é responsável por receber os dados do usuário e validá-los contra os que estão na base de dados do portal, permitindo o acesso do usuário à aplicação caso os dados sejam válidos. O ideal é que a aplicação aproveite a autenticação do usuário feita para acessar a rede. Assim, o usuário não precisa se autenticar novamente para utilizar a ferramenta. Embora o protótipo seja desenvolvido como *Java application*, a aplicação final a ser utilizada no portal poderá também funcionar como *Java applet*. Quando estiver funcionando nesse modo, a aplicação estará sendo executada pelo servidor de aplicações do portal, que atualmente é o Tomcat. Ao iniciar a aplicação, o servidor pode passar como parâmetros de inicialização os dados do usuário já autenticado. Assim, a aplicação já recebe as informações do usuário que necessita, sem precisar requisitá-las novamente.

As mensagens tratadas pelo Gerenciador de Autenticação estão reunidas na Tabela 3-4.

Tabela 3-4 – Mensagens tratadas pelo Gerenciador de Autenticação

Mensagem	Parâmetros	Resposta
Requisição de acesso à aplicação	Usuário, Senha, IP	Ticket de autenticação / False

3.5.1.3 Gerenciador de Salas de Reunião

Várias salas ou sessões de colaboração diferentes (*meeting rooms*) podem acontecer simultaneamente, devendo o servidor gerenciá-las. O componente Gerenciador de Salas de Reunião é responsável por receber e processar as requisições de criação e remoção de salas. O usuário que requisita a criação de uma sala se torna seu moderador, ou seja, é responsável pela sala. O Gerenciador de Salas de Reunião também gerencia a lista de participantes de cada sala. Para que as salas possam ser criadas com antecedência, e estejam disponíveis aos usuários no momento para o qual foram agendadas as reuniões, o servidor armazena em sua base de dados as salas que possui. Na Tabela 3-5 estão listadas as mensagens tratadas pelo Gerenciador de Salas de Reunião.

Tabela 3-5 – Mensagens tratadas pelo Gerenciador de Salas de Reunião

Mensagem	Parâmetros	Resposta
Requisição de listagem de salas disponíveis	Id de Usuário	Lista de salas / Vazio
Requisição de entrada em sala	Id de Usuário, Id de Sala	True / False
Requisição de saída de sala	Id de Usuário, Id de Sala	True / False
Requisição de listagem de usuários de sala	Id de Sala	Lista de Usuários / False
Requisição de criação de sala	Id de Usuário, nome Sala, máx. Participantes	Id de Sala / False
Requisição de remoção de sala	Id de Usuário, Id de Sala	True / False
Requisição de agendamento de sessão	Id de Usuário, nome sala, data, hora, lista participantes	Id da Sessão / False

3.5.1.4 Gerenciador de Colaboração

Cada requisição de ação colaborativa recebida pelo Protocolo de Troca de Mensagens é inserida em uma fila, a Fila de Requisições, ou *Requests Queue*, da qual os Gerenciadores retiram suas respectivas ações para executar. As respostas das requisições também são colocadas numa fila, denominada Fila de Respostas, ou *Responses Queue*. O Gerenciador de Colaboração gerencia essas filas, sendo responsável por criá-las, quando o servidor é iniciado, e controlar a entrada e saída de mensagens delas.

Para facilitar o desenvolvimento e manutenção da aplicação, é importante que seus componentes possuam baixo acoplamento, ou seja, interajam através de interfaces bem definidas, tendo independência para processar as atividades de sua responsabilidade. Se futuramente for necessário modificar o modo como a troca de mensagens ocorre, por exemplo, não será necessário alterar toda a aplicação, mas apenas o componente responsável por essa parte.

Para atingir esse nível de independência, o Gerenciador de Colaboração foi desenhado utilizando o padrão *Observer*, descrito em (Wydaeghe, 1993) e também por (Larman, C., 1997). Esse padrão define uma dependência um-para-muitos entre objetos, de modo que quando o estado de um objeto muda, todos os seus dependentes são notificados e atualizados automaticamente. Assim, um objeto pode declarar interesse pelos eventos sofridos por outro, sendo notificado quando eles ocorrem. A Fila de Requisições de colaboração (*Requests Queue*) gerenciada pelo Gerenciador de Colaboração é observada pelos módulos gerenciadores de aplicações (no protótipo desenvolvido, Gerenciador da Aplicação Lousa Digital e Gerenciador da Aplicação Bate-papo, descritos mais adiante). Desse modo, se for necessário adicionar mais um gerenciador de aplicação, basta fazê-lo também observar a fila de requisições. A Figura 3-9 ilustra como um gerenciador de aplicação genérico (*Application Handler*) pode ser inserido na ferramenta, observando a fila de requisições do Gerenciador de Colaboração.

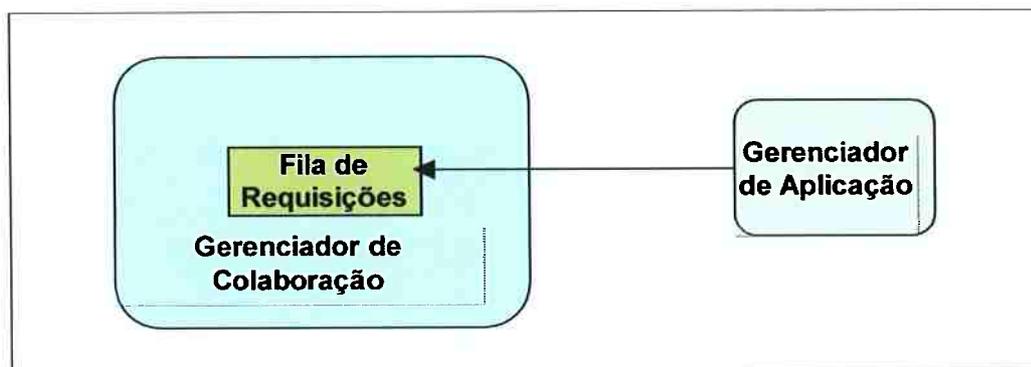


Figura 3-9 – Comunicação no padrão *Observer*

3.5.1.5 Gerenciador da Aplicação Lousa Digital

A aplicação de *Whiteboard* é desenvolvida através de um componente gerenciador, o Gerenciador da Aplicação Lousa Digital. Ele é responsável por observar a fila de requisições do Gerenciador de Colaboração. Sempre que chegarem requisições para a aplicação *Whiteboard*, esse componente as recebe e processa, colocando a resposta na fila de mensagens a serem enviadas aos demais clientes.

O usuário pode solicitar o carregamento de informações de um paciente, e também de fatias de exames deste. Essas informações são recuperadas da base de dados do portal. Os componentes para esse acesso foram projetados de forma a esconder da aplicação detalhes específicos, como qual servidor de banco de dados está sendo utilizado, modelagem de bancos de dados, localização de exames. Assim, qualquer alteração em modelos de dados, servidores de bancos de dados, e também na localização dos exames e forma de recuperá-los pode ser feita mexendo-se apenas nesses componentes específicos, sem necessidade de alterar a lógica da aplicação *Whiteboard*.

As fatias de exames são recuperadas por meio de um serviço que, dado o exame no formato DICOM, devolve o mesmo em formato JPEG, que pode ser exibido facilmente na aplicação Java. Maiores detalhes sobre essa conversão estão descritos mais adiante.

O Gerenciador da Aplicação Lousa Digital mantém no servidor um modelo do exame carregado, e das anotações feitas sobre ele. Qualquer usuário que necessite atualizar em sua tela as colaborações feitas durante a reunião pode requisitar ao servidor, e este enviará ao cliente tudo o que foi feito no Whiteboard até o momento da solicitação. Na Tabela 3-6 estão listadas as mensagens tratadas pelo Gerenciador da Aplicação Lousa Digital.

Tabela 3-6 – Mensagens tratadas pelo Gerenciador da Aplicação Lousa Digital

Mensagem	Parâmetros	Resposta
Escolher dados de paciente para carregar	Id de Usuário	Lista de pacientes / Vazio
Carregar dados de paciente	Id de Usuário, Id de Paciente	True / False
Escolher fatia de exame do paciente	Id de Usuário, Id de Paciente	Lista de fatias / False
Carregar fatia de exame de paciente	Id de Usuário, Id de paciente, Id de fatia	True / False
Requisição de autorização para marcar região sobre exame	Id de Usuário	True / False
Requisição de marcar região sobre exame	Id de Usuário, Dados de região	True / False
Requisição de autorização para escrever sobre exame	Id de Usuário	True / False
Requisição de escrita de texto sobre exame	Id de Usuário, Dados do texto, Texto	True / False
Requisição de <i>zoom</i> de região de exame	Id de Usuário, Dados de região, Dados de zoom	True / False
Requisição de cálculo de medida de região de exame	Id de Usuário, Dados de região	True / False
Requisição de atualização de tela	Id de Usuário, Timestamp da última atualização	Lista de eventos desde última atualização / Vazio

3.5.1.6 Gerenciador da Aplicação Bate-papo

O Gerenciador da Aplicação Bate-papo é responsável por retirar da fila de requisições as mensagens de texto a serem propagadas entre os usuários, e processá-las. Basicamente, ele as coloca na fila de mensagens a serem enviadas aos clientes, gravando uma cópia no modelo mantido no servidor. Esse modelo serve para fornecer o histórico de mensagens trocadas a qualquer usuário que precise atualizar sua tela, e também para armazenamento na base de dados, para consultas futuras ao conteúdo das mensagens discutidas na reunião. Na Tabela 3-7 estão listadas as mensagens tratadas pelo Gerenciador da Aplicação Bate-papo.

Tabela 3-7 – Mensagens tratadas pelo Gerenciador da Aplicação Bate-papo

Mensagem	Parâmetros	Resposta
Requisição de inserção de mensagem de texto	Id de Usuário, Dados da mensagem	True / Vazio
Requisição de atualização de tela	Id de Usuário, <i>Timestamp</i> última atualização	Lista mensagens desde última atualização / Vazio

3.5.1.7 Gerenciador de Trilha de Auditoria

Todos os eventos tratados pelo servidor devem ser armazenados, para possibilitar consultas futuras, identificação de problemas e auditorias de segurança. Quando o servidor é iniciado, inicia-se também uma *thread* que recebe cada evento ocorrido e o armazena no *log*. Ele pode ser, por exemplo, um arquivo texto ou uma base de dados. O Gerenciador de Trilha de Auditoria foi modelado de modo que se possa optar pelo meio de gravação desejado, sem que se tenha que desenvolver novamente o mecanismo de *log* nem alterar os demais módulos que fazem uso dele. É importante que as mensagens arquivadas no *log* contenham informações sobre o usuário envolvido no evento, momento em que ele ocorreu e se foi bem ou mal sucedido. Além das mensagens de todos os eventos ocorridos, no *log* também são guardadas mensagens de erros ou avisos da aplicação, tais como problemas no acesso a bases de dados, arquivos, memória, rede, serviços externos e demais recursos.

Na Tabela 3-8 estão descritas as mensagens tratadas pelo Gerenciador de Trilha de Auditoria.

Tabela 3-8 – Mensagens tratadas pelo Gerenciador de Trilha de Auditoria

Mensagem	Parâmetros	Resposta
Requisição de inserção de mensagem de execução de evento	Id de Usuário, Dados do evento, Resultado, Horário	True / False
Requisição de inserção de mensagem de sistema	Horário, Tipo da mensagem (Erro, Aviso, Informação), Conteúdo da mensagem	True / False

3.5.1.8 Aplicação Videoconferência e Protocolo de Videoconferência

A aplicação de videoconferência utilizada compartilha apenas os dados de usuários presentes nas Salas. Ela se comunica com os clientes utilizando protocolo próprio. O desenvolvimento desse módulo faz parte do projeto de outro pesquisador do grupo.

3.5.2 Módulo Cliente CSCW

O módulo cliente da aplicação contém os componentes que permitem que ele faça requisições ao servidor, e exibem as respostas na tela. Assim como no modo servidor, procurou-se desenhar os componentes com a independência necessária para facilitar manutenções e extensões. A Figura 3-10 ilustra as partes que compõem a aplicação Cliente, e serão detalhadas em seguida.

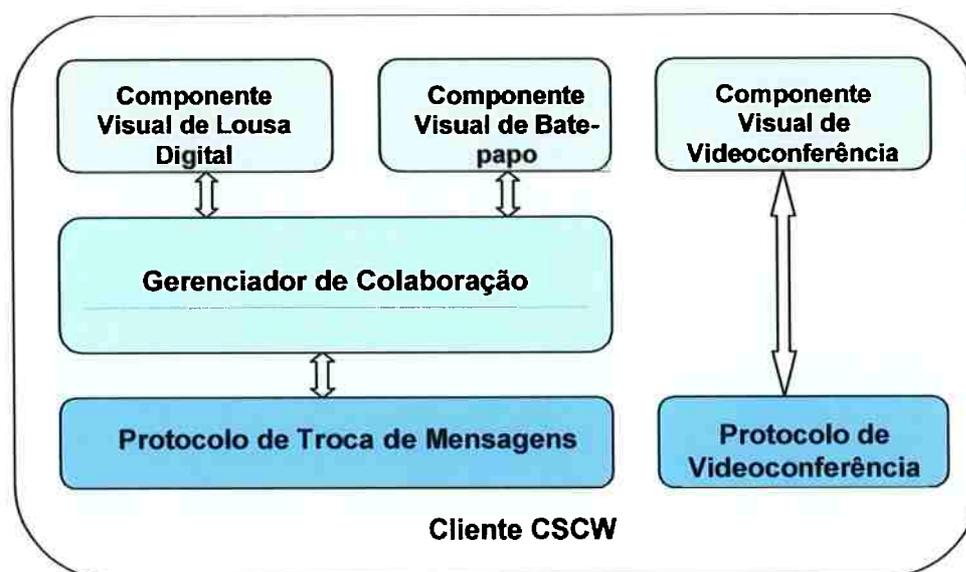


Figura 3-10 – Módulo Cliente da Aplicação

3.5.2.1 Protocolo de Troca de Mensagens

O componente Protocolo de Troca de Mensagens é responsável pela troca de mensagens entre o cliente e o servidor. Ele repassa as mensagens para o Gerenciador de Colaboração, e deste para o servidor, de acordo com o protocolo utilizado. Caso seja necessário alterar ou substituir o protocolo, basta alterar este componente, sem ser necessário mexer em toda a aplicação cliente.

As mensagens podem ser enviadas e recebidas do servidor, de maneira bilateral. Nesse caso, o servidor precisa conhecer o endereço de todos os clientes, ou manter com eles uma conexão permanente enquanto durar o acesso à aplicação. Esse tipo de acesso permite inclusive que o servidor faça *broadcast*, ou seja, envie automaticamente mensagens a todos os clientes.

Outra forma de comunicação é aquela na qual o cliente requisita periodicamente as atualizações e mensagens ao servidor, no mecanismo denominado *polling* (Lo; Lee; Chen, 2003). No caso da aplicação colaborativa síncrona, o intervalo entre as requisições de atualização precisa ser pequeno o suficiente para dar a todos os clientes a impressão de atualizações em tempo quase que real. A geração de tantos acessos por parte dos clientes ao servidor exige que este tenha

processamento suficiente para atendê-las com velocidade aceitável. A rede que os conecta também precisa ter capacidade de tráfego adequada. Mas, dessa maneira, não é necessário que o servidor conheça o endereço de todos os clientes, nem mantenha com eles uma conexão permanente. Isso facilita o acesso ao servidor pelos clientes que estejam se conectando à Internet por trás de *proxies*, pois nesse caso o servidor conhecerá apenas o endereço do *proxy*, através do qual várias estações cliente podem estar acessando a aplicação simultaneamente, o que torna mais difícil para ele enviar mensagens aos clientes.

Caso a aplicação fosse executada através de *applets* Java, e também se fosse acessada via dispositivos móveis, o modo de troca de mensagens precisaria necessariamente ser o *polling*. Ambos os modos podem ser implementados utilizando-se as facilidades e bibliotecas das linguagens de programação estudadas. No protótipo, é possível configurar se a comunicação será feita utilizando modo bilateral ou *polling*.

3.5.2.2 Gerenciador de Colaboração

A parte cliente do componente Gerenciador de Colaboração possui filas correspondentes às que são tratadas pela sua parte servidora: Fila de Requisições e Fila de Respostas. Porém, em cada cliente a fila guarda apenas as mensagens relativas a esse cliente. Esse componente é constituído por três Gerenciadores, conforme mostra a Figura 3-11.



Figura 3-11 – Gerenciadores do componente Gerenciador de Colaboração

O Gerenciador de Autenticação é utilizado pelo componente visual de Acesso (*Login*), para tratar das requisições de autorização de acesso e entrada na

aplicação. O componente visual fornece a interface para que o usuário entre com as informações, que são repassadas para o Gerenciador de Autenticação e por ele colocadas na fila e enviadas ao servidor. A Figura 3-12 ilustra essa ligação.

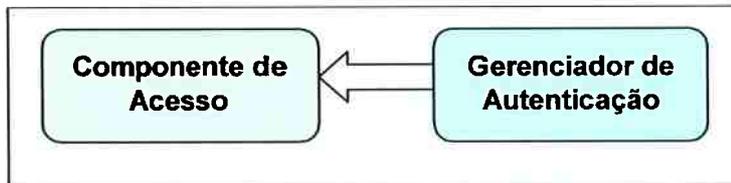


Figura 3-12 – Ligação entre componente visual de Acesso e Gerenciador de Autenticação

O Gerenciador de Salas de Reunião trata as mensagens relativas à manutenção de informações sobre a sala de reunião da qual o usuário está participando, tais como a lista de usuários participantes e os dados do exame sendo discutido.

As demais mensagens que chegam ao Protocolo de Troca de Mensagens são tratadas pelo Gerenciador de Colaboração e colocadas na fila de requisições. Os componentes visuais, que são os módulos responsáveis por exibir as informações para os usuários, descritos a seguir, são avisados das alterações na Fila de Requisições, pois são implementados seguindo o modelo Observer, ou seja, ficam observando a fila e tratam as mensagens que lhes cabem.

Cada componente visual gerencia localmente o modelo dos dados que está exibindo, conforme ilustra a Figura 3-13, apenas com a finalidade de permitir ao usuário a visualização em sua tela de todas as alterações feitas pelos demais. O modelo atualizado dos dados é guardado pelo servidor.

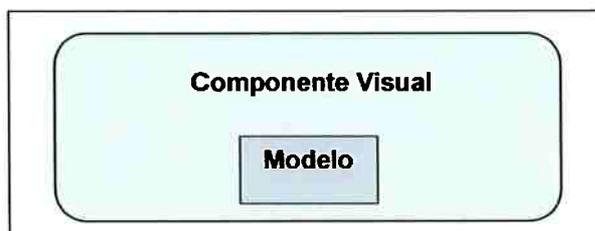


Figura 3-13 – Cópia do Modelo mantida pelos componentes visuais

3.5.2.3 Componente Visual de Lousa Digital

O Componente Visual de Lousa Digital, ou *Whiteboard Visual Component*, disponibiliza ao usuário a interface gráfica para as funcionalidades para a análise colaborativa de exames. É responsável por tratar as mensagens de solicitação e aviso de atualizações, providenciando a atualização da tela do usuário. Mantém para isso uma cópia do modelo, com o fim único de poder exibir o estado atualizado da aplicação para o cliente. O modelo persistente é mantido no servidor.

3.5.2.4 Componente Visual de Bate-papo

O componente de *Chat* disponibilizado na aplicação é visualizado através do Componente Visual de Bate-papo, ou *Chat Visual Component*. Como o Componente Visual de Lousa Digital, ele disponibiliza ao usuário a interface gráfica para acionar as funções do *Chat*, e trata as requisições e avisos de atualização, mantendo a tela do usuário sempre atualizada.

3.5.2.5 Componente Visual de Videoconferência

A parte cliente da aplicação de videoconferência será correspondente à sua parte servidora, em desenvolvimento no projeto já citado anteriormente. As aplicações existentes oferecem diversos tipos de interface, utilizando desde aplicações cliente, *Java Applications*, a simples páginas Web. A interface do pacote a ser desenvolvido será inserida na da aplicação quando estiver disponível.

3.5.2.6 Protocolo de Videoconferência

Assim como o componente visual para videoconferência, o protocolo utilizado será o do pacote a ser desenvolvido. Os protocolos existentes e mais utilizados pelas aplicações atuais foram citados na descrição do módulo servidor de videoconferência.

3.5.3 Módulo Servidor de Imagens

A tecnologia DICOM é bastante conhecida pelos fabricantes de equipamentos para exames por imagem. Também já existem diversos programas para auxílio na manipulação dos exames nesse formato, e conversão para vários outros, entre eles os formatos mais utilizados na Internet, como o JPEG. Na arquitetura da aplicação, contamos com um servidor que utiliza um desses programas para converter cada fatia de exame do formato DICOM para o JPEG, o que torna possível a exibição da fatia pela aplicação. Esse servidor, que chamamos de Servidor de Imagens, pode ou não estar instalado na mesma máquina que o servidor da aplicação. Quando o usuário requisitar a fatia do exame que deseja carregar, o servidor da aplicação irá recuperá-la em suas bases de dados e enviar para o Servidor de Imagens, que devolverá o arquivo JPEG convertido. A Figura 3-14 mostra esse processo.

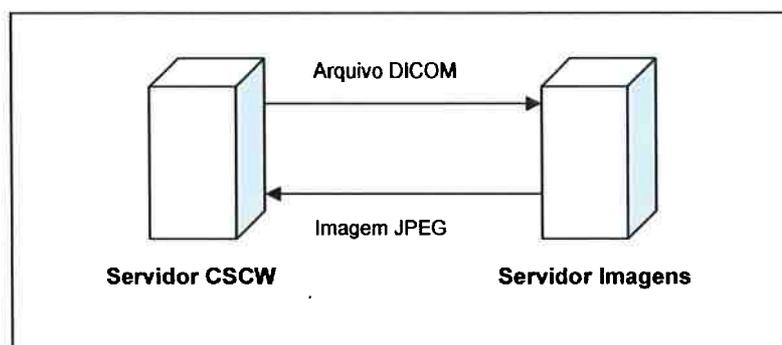


Figura 3-14 – Comunicação entre o servidor da aplicação e o Servidor de Imagens

3.6 Considerações finais

Para atender aos requisitos levantados, elaborou-se a proposta apresentada neste capítulo. Ela engloba um Portal de Telemedicina, para abrigar informações sobre a área da saúde e fomentar a interação entre os profissionais da área. A comunicação é suportada pela aplicação colaborativa síncrona proposta, integrada ao Portal. A arquitetura da solução utiliza objetos distribuídos e padrões de projeto consolidados, garantindo a modularização adequada.

4 IMPLEMENTAÇÃO DO COLMED – APLICAÇÃO COLABORATIVA PARA APOIO AO DIAGNÓSTICO MÉDICO BASEADO EM IMAGENS

Foi implementado um protótipo de aplicação colaborativa síncrona para atender aos requisitos levantados e descritos no capítulo anterior, e validar a solução proposta. Este capítulo descreve a aplicação, denominada COLMED – Colaboração Médica.

4.1 Portal Oncopediatria

O Portal Oncopediatria www.oncopediatria.org.br, desenvolvido pelo LSI-EPUSP, reúne informações relativas ao câncer pediátrico. Conforme são identificados os tipos de tumores, vão sendo desenvolvidos protocolos de tratamento, que reúnem informações sobre procedimentos aplicados e seus resultados, bem como o histórico e as informações comuns ao tipo de tumor. Com o objetivo de organizar, centralizar e divulgar esse conhecimento entre profissionais interessados, foi desenvolvido o Portal Oncopediatria, concentrando particularmente os protocolos referentes a esse tumor, que ocorre com mais frequência em crianças. Cadastrados no site estão oncologistas, radiologistas, e demais profissionais da área médica que estejam envolvidos nesse tipo de tratamento.

No portal há áreas abertas a todo o público, como a de notícias, bibliografia e entrevistas com profissionais da área. Os profissionais podem se cadastrar e então ter acesso à área restrita, onde cadastram informações sobre seus pacientes, os tratamentos e medicamentos prescritos. Um protocolo é formado pela seqüência de tratamentos ministrados a um paciente, tornando-se uma referência para o tratamento de outros. No site, os médicos podem consultar os protocolos, e também formar novos, trocando informações com os demais profissionais cadastrados. A Figura 4-1 mostra a tela inicial do portal.



Figura 4-1 – Tela do Portal Oncopediatria

Conforme ilustra a Figura 4-2, uma ferramenta colaborativa pode ser disponibilizada na área restrita do portal, para que a troca de informações e conhecimentos entre os usuários seja facilitada. Essa ferramenta também pode ser utilizada para discussão de casos, aulas e palestras à distância.

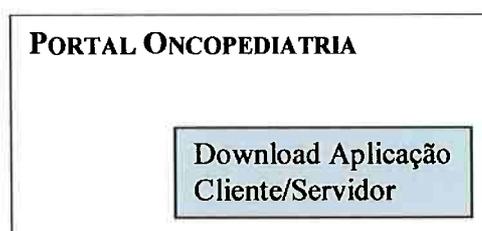


Figura 4-2 – Portal Oncopediatria e Aplicação Colaborativa

Outros tipos de ferramentas colaborativas podem ser agregadas ao portal futuramente. Como existe no site do St. Jude's Hospital (St. Jude's Hospital, 2004),

pode-se disponibilizar uma área para que o médico armazene arquivos com dados e exames de seus pacientes, escolhendo quais deseja tornar acessíveis aos outros usuários, e quais deseja bloquear o acesso. Assim, estabelece-se uma rede *peer-to-peer* entre os usuários.

Durante as entrevistas feitas com profissionais da área da saúde para levantamento dos requisitos, identificou-se grande interesse por ferramentas semelhantes aos *fóruns* existentes na Internet. Nessa aplicação, o usuário poderia enviar uma pergunta, que seria respondida por profissionais cadastrados no site. As respostas são avaliadas pelos usuários, e o site manteria uma lista com os profissionais melhor avaliados. A lista é uma forma de divulgação dos profissionais, e também serve de apoio para o usuário verificar a confiança das informações prestadas. Essa aplicação é uma forma assíncrona de educação à distância, proporcionando um meio econômico e democrático de disseminação de conhecimento.

4.2 Aplicação Colaborativa COLMED

O protótipo COLMED foi modelado, analisado e desenvolvido segundo o paradigma de orientação a objetos e arquitetura de objetos distribuídos, utilizando a UML (*Unified Modelling Language*) na análise e modelagem do mesmo.

Para validar a solução proposta no tempo disponível, a implementação ficou concentrada nos módulos Cliente e Servidor, de modo a disponibilizar as funcionalidades básicas necessárias para demonstrar a viabilidade da proposta para o uso no trabalho colaborativo remoto e educação à distância na área da saúde.

A UML (*Unified Modeling Language*) é uma linguagem para modelagem, especificação, visualização, construção e documentação de sistemas (Alhir, 1998), baseada no paradigma da orientação a objetos. Por ser largamente utilizada para a especificação desse tipo de sistema, existem no mercado várias ferramentas para o desenho dos artefatos que compõem a especificação, o que facilita a modelagem, o

desenvolvimento e a manutenção do sistema. A linguagem foi adotada para a modelagem do protótipo. A ferramenta Jude (Java UML *Object-Oriented Design Tool*) (2004) disponibiliza a interface gráfica para o desenvolvimento dos modelos em UML, e está disponível uma versão gratuita, que foi utilizada.

4.3 Principais casos de uso

A Figura 4-3 mostra os principais casos de uso analisados para o desenvolvimento das funcionalidades do protótipo. Na Tabela 4-1 está a descrição de cada um deles.



Figura 4-3 – Principais casos de uso

Tabela 4-1 – Principais casos de uso analisados para o protótipo

Login	Representa o controle de acesso à aplicação. Os dados de identificação de usuário e senha são comparados com os que foram cadastrados previamente, autorizando ou não o usuário a utilizar a aplicação.
Enviar mensagem de texto	Refere-se à principal funcionalidade oferecida pela aplicação Bate-papo.
Escolher fatia do Exame	Representa o mecanismo de carregamento da imagem com a fatia escolhida na Lousa Digital para ser analisada em conjunto.
Fazer zoom em Exame	É aberta uma nova janela onde se pode visualizar a fatia em análise ampliada.
Escrever em exame	O usuário digita o texto desejado e o posiciona sobre a imagem. O sistema se encarrega de propagar o texto para os demais usuários.
Fazer marcação em exame	O usuário escolhe o tipo de marcação que deseja fazer, entre linha reta, retângulo, círculo ou desenho livre, e a executa sobre a imagem, para salientar alguma região do exame para os outros participantes.
Calcular distância marcada	O usuário marca uma linha reta e o sistema calcula a distância entre o início e o fim da linha demarcada.
Alterar contraste do exame	Permite que a diferenciação entre os tons de cinza seja aumentada ou reduzida.
Alterar brilho do exame	A intensidade luminosa dos tons de cinza da imagem é aumentada ou reduzida.

Na Figura 4-4 estão alguns casos de uso de apoio às funcionalidades colaborativas da ferramenta, descritos na Tabela 4-2

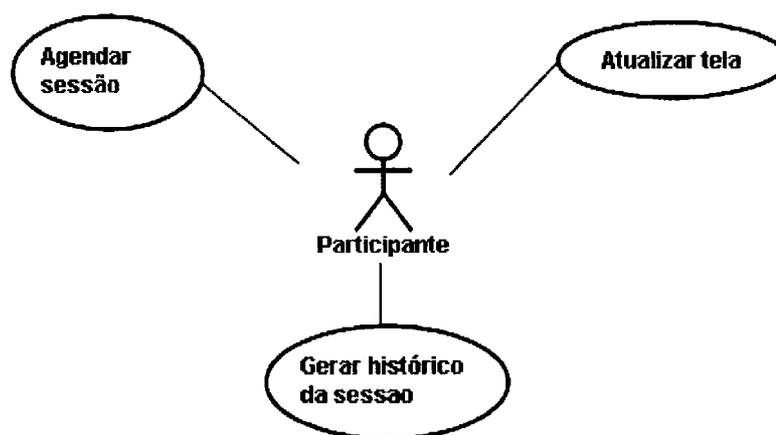


Figura 4-4 – Casos de uso de apoio

Tabela 4-2 – Casos de uso de apoio

Agendar sessão	O usuário pode marcar a data e hora em que ocorrerá a sessão, e também montar a lista de usuários convidados, selecionando entre os usuários cadastrados no sistema. Desse modo, ele se torna o moderador da sessão. Pode também escolher se a sessão será tarifada, caso o servidor que esteja hospedando a aplicação disponibilize essa opção.
Gerar histórico da sessão	Representa a funcionalidade de salvar as mensagens de texto trocadas durante a sessão em um arquivo para consulta futura.
Atualizar tela	Representa a opção do usuário de solicitar ao servidor o estado atualizado da sessão, para que possa atualizar seus modelos locais.

4.4 Diagrama de Classes

A Figura 4-5 apresenta as principais classes da implementação do módulo servidor. A classe `ServidorPrincipal` é a responsável por criar as demais ao iniciar a aplicação, e fica aguardando as requisições dos clientes. Ela possui uma instância do `GerenciadorColaboracaoServidor`, que cuida das filas de `Requisicoes` e de `Respostas`. No modelo, elas estão representadas como especializações da classe `Fila`, pois

possuem funcionalidades semelhantes, porém cada uma representa uma fila específica.

Para manter registros de todas as operações realizadas, o Servidor possui uma classe GerenciadorTrilhaAuditoria. Ela é responsável por armazenar todas as operações ocorridas no *log* da aplicação, para consultas futuras.

A classe ServidorPrincipal conta também com uma instância da GerenciadorSalasReuniao (Sessões). Ela controla as salas que estão ativas no servidor. A classe Sala, por sua vez, possui, além da lista de usuários da Sala (Sessão), representados pela classe IdentidadeUsuario, dois gerenciadores de Aplicação: o GerenciadorLousaDigital e o GerenciadorBatePapo. Ambos observam as filas de Requisições e Respostas, e são responsáveis por tratar as respectivas mensagens, mantendo seus modelos atualizados e enviando as atualizações para serem propagadas aos usuários.

Para garantir que o servidor responda rapidamente as requisições enviadas, aplicou-se a técnica de criação de uma *thread* (linha de execução) concorrente. O ponto crítico é a passagem das mensagens recebidas para os outros usuários autenticados na mesma sessão. Para isso, cada mensagem recebida pelo servidor é colocada em uma fila para processamento posterior e o controle é retornado para o cliente, reduzindo-se o tempo de resposta da operação. O uso dessa técnica está detalhado em (JavaWorld, 2004).

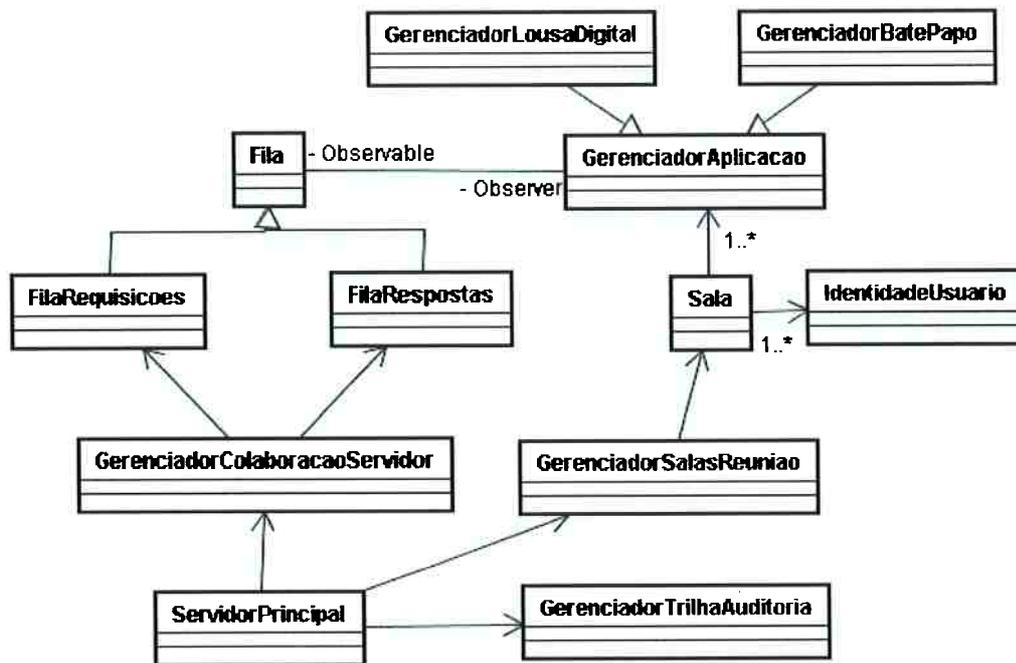


Figura 4-5 – Diagrama de classes do módulo servidor

A Figura 4-6 apresenta as principais classes da implementação do módulo cliente. A classe Sessao serve para guardar os dados referentes à sessão da qual o usuário está participando: sua identidade e a lista de usuários da sessão. A classe MediCollGUI é a interface cliente, que fornece ao usuário os comandos para interagir com o servidor. Ela possui um Componente Visual de Lousa Digital, representado pela classe LousaDigital, e um Componente Visual de Bate-papo, representado pela classe BatePapo. Ambos possuem seus respectivos modelos locais: ModeloLousaDigital e ModeloBatePapo. O primeiro guarda ainda a fatia que está sendo analisada e a lista de marcações feitas sobre ela.

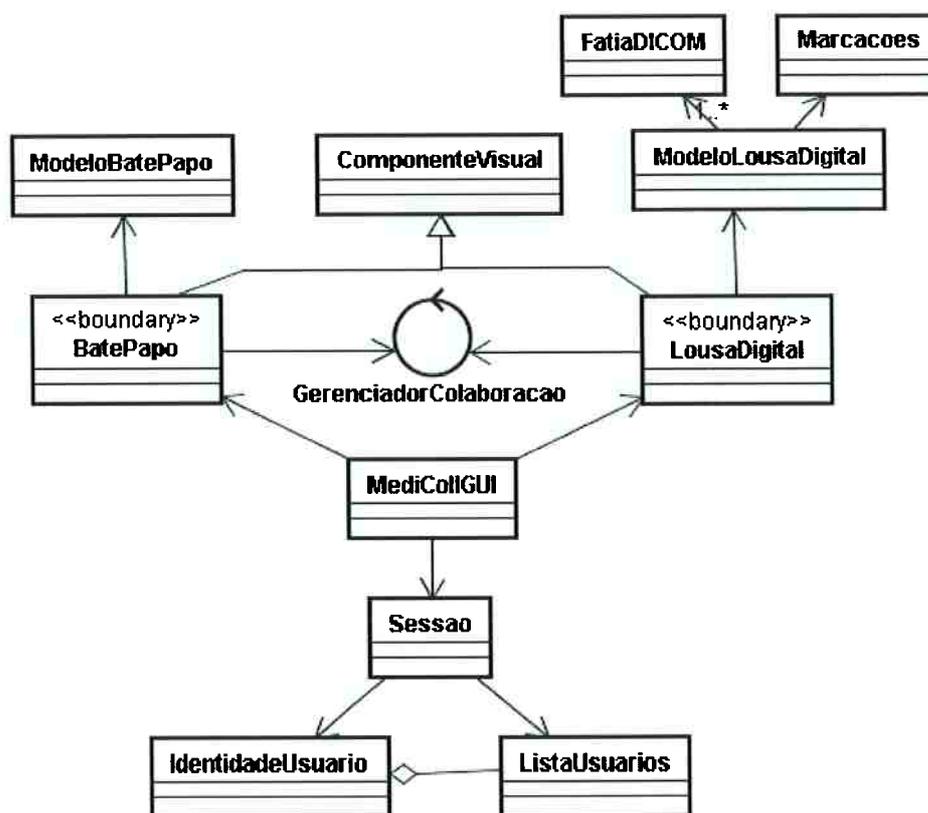


Figura 4-6 – Principais classes do módulo cliente

Uma das características mais importantes em termos de usabilidade para uma ferramenta baseada em interface gráfica é o modo como ela responde aos comandos do usuário, por exemplo, evitando-se que ele tenha a sensação de “travamento”. No caso do Bate-papo e, mais especificamente, da Lousa Digital, o momento crítico é aquele em que o elemento gráfico tem de enviar mensagens através da rede para que o servidor espalhe uma operação para os outros clientes, ou seja, caso a comunicação através da rede demore demais, a interface deixará de responder aos comandos do usuário. Para evitar que o problema aconteça, procurou-se incluir um grau de desacoplamento entre a interface gráfica e a comunicação com o servidor. A técnica utilizada para isso foi a mesma utilizada no servidor: a criação de uma *thread* (linha de execução) concorrente, capaz de receber as mensagens enviadas pela interface gráfica em uma fila, devolvendo o controle imediatamente para a mesma e num momento posterior repassá-las para o servidor. No modelo, essa

thread é representada pelo GerenciadorColaboracao. Em (Farlei, 1998) está descrito um mecanismo para construção de aplicações colaborativas, baseado na mesma técnica.

4.5 Diagramas de seqüência

Para ilustrar o funcionamento interno da aplicação e o fluxo das interações entre os objetos, bem como auxiliar na definição das mensagens trocadas entre eles, foram desenhados diagramas de seqüência dos principais casos de uso. Entre eles, destacou-se o do caso “Fazer marcação em Exame”. Na Figura 4-7, é apresentada a parte do Servidor referente a ele. Pode-se visualizar a propagação de uma interação realizada pelo Cliente 1 para o Cliente 2, através do mecanismo de observação das filas de mensagens.

Na Figura 4-8 estão as interações ocorridas no lado Cliente da aplicação, para o mesmo caso de uso. Pode-se observar o mecanismo de sincronização através da *thread* concorrente.

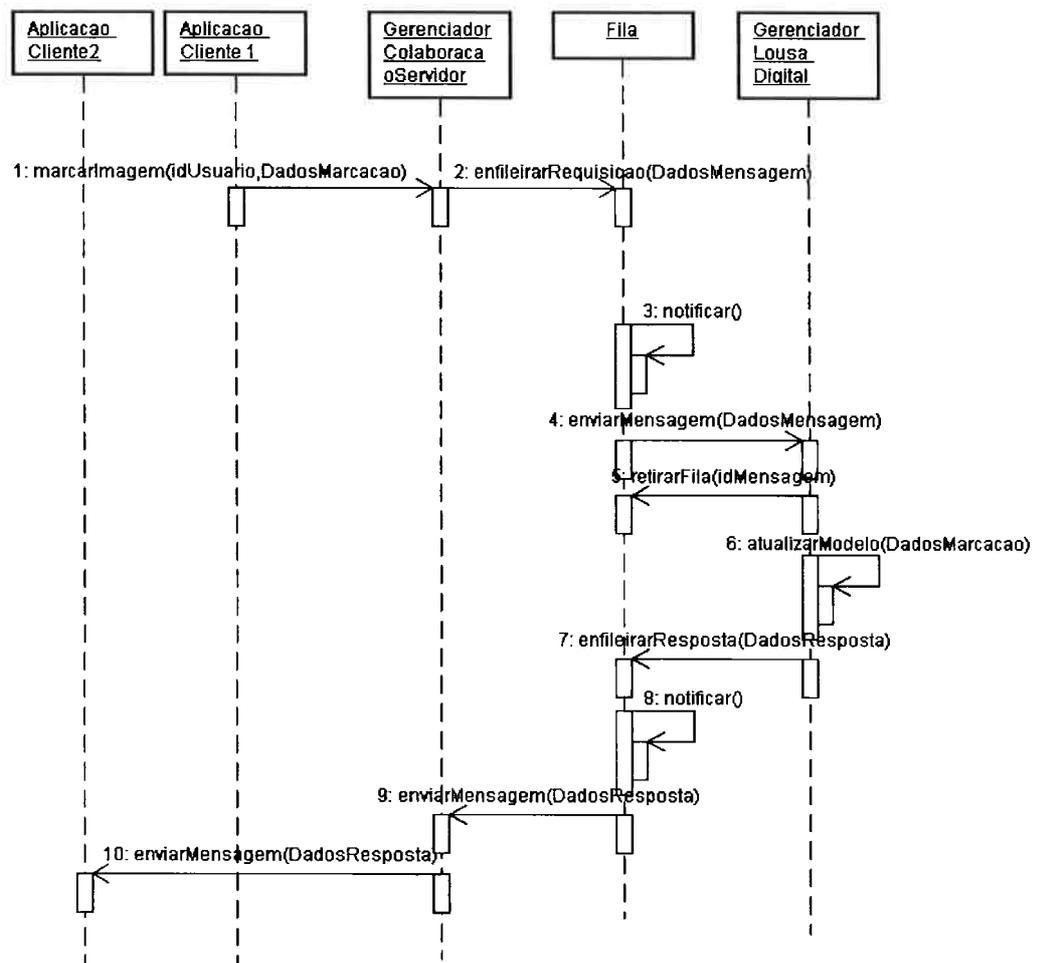


Figura 4-7 – Diagrama de seqüência – Fazer marcação em Exame (Servidor)

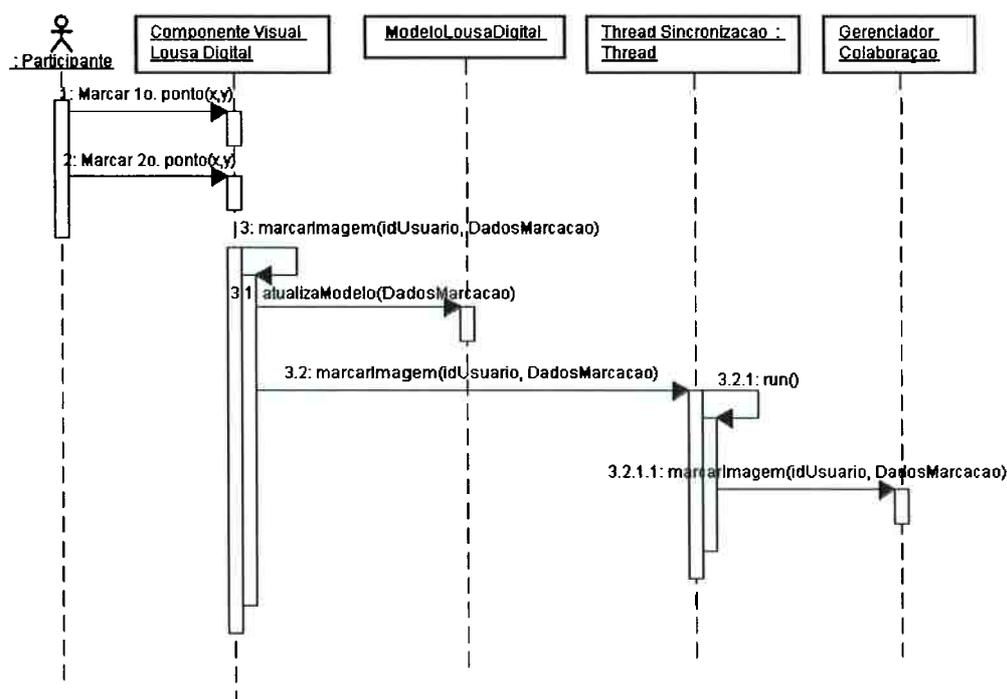


Figura 4-8 – Diagrama de Seqüência – Fazer marcação em exame (parte Cliente)

4.6 Linguagem Java

Java é uma linguagem de programação orientada a objetos e independente de plataforma, pois o código é compilado para bytecodes, que são interpretados pela máquina virtual específica de cada plataforma. Desenvolvida pela Sun Microsystems, pode ser utilizada gratuitamente, e seu código-fonte é aberto. Inúmeras bibliotecas foram desenvolvidas por programadores e incorporadas à linguagem. Isso acelera o desenvolvimento, já que muito pode ser reaproveitado, como por exemplo a biblioteca Log4J. Ela foi utilizada no desenvolvimento do protótipo, pois provê toda a funcionalidade para arquivamento de mensagens informando o histórico das operações realizadas pelo servidor. O padrão Observer, que foi utilizado para na troca de mensagens entre o cliente e o servidor do protótipo, está disponível em classes já implementadas e testadas. Além disso, as classes para comunicação usando RMI também já estão disponíveis. As ferramentas para desenvolvimento de aplicações em Java possuem plug-ins para geração automática de código para

interface gráfica da aplicação, entre outras facilidades. A maioria das ferramentas gráficas para modelagem com UML já possui opção de geração automática do esqueleto do código das classes em Java. Por tudo isso, o desenvolvimento foi simplificado e acelerado.

4.7 RMI

O RMI (*Remote Method Invocation*) (2004) é a parte da tecnologia Java que permite a construção de aplicações distribuídas. Através dele, métodos de objetos Java podem ser invocados por outras máquinas virtuais, até mesmo que estejam rodando em outros computadores. Como o protótipo foi implementado na arquitetura Cliente-Servidor, foi utilizado o RMI para a comunicação entre os objetos, conforme ilustrado na Figura 4-9.

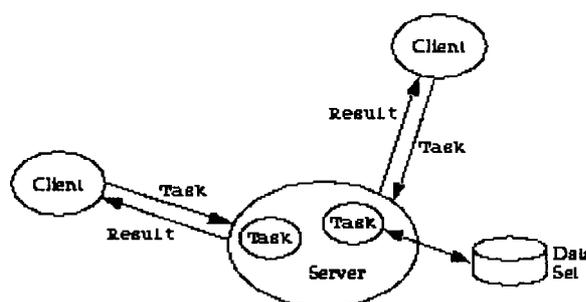


Figura 4-9 – Comunicação entre clientes e servidor utilizando RMI

Através do uso do RMI, a comunicação entre objetos é de alto nível, pois o desenvolvedor pode trabalhar apenas com objetos e interfaces, sem se preocupar com o modo como a comunicação foi implementada, que está encapsulado pelo RMI.

Estão disponíveis nele as operações básicas de comunicação entre objetos:

- Localização de objetos remotos: as referências a objetos remotos podem ser enviadas e recebidas a cada interação, ou a aplicação pode registrar o objeto no serviço de nomes do RMI (RMIRegistry).

- Comunicação com objetos remotos: os detalhes da comunicação ficam encapsulados pelo RMI. Para o desenvolvedor, a comunicação é semelhante à invocação de métodos padrão do Java.
- Carga de bytecodes para objetos enviados pela rede: é possível enviar objetos como parâmetros pela rede. O RMI disponibiliza métodos para enviar o objeto e também para carregar seus bytecodes.

4.8 Java2D

A Java2D API é uma biblioteca de funções Java disponível a partir do *Java Development Kit* (JDK) 1.2. Através de extensões da *Abstract Windowing Toolkit* (AWT), ela provê capacidades avançadas para gráficos, texto e imagem, tais como:

- Modelo uniforme de apresentação para dispositivos de impressão e exibição.
- Variedade de elementos geométricos primitivos, como curvas, retângulos e elipses, e um mecanismo que se dispõe a construir a apresentação para qualquer forma geométrica.
- Mecanismos para detecção de seleção e acionamento pelo *mouse* de objetos (formas, textos e imagens).
- Um modelo de composição que proporciona controle sobre o modo de apresentação de objetos sobrepostos.
- Suporte avançado ao gerenciamento de cores.
- Suporte para impressão de documentos complexos.

Para o desenvolvimento do protótipo, foram empregados muitos desses recursos na implementação da lousa digital, entre eles: escala (*zoom*), ajuste de brilho e contraste, marcações de vários formatos sobre os exames.

4.9 Dcm4che

Dcm4che é uma implementação em Java do padrão DICOM, de autoria da empresa Tiani Medgraph AG (2004). Possui um conjunto de classes implementadoras do protocolo DICOM, além de outras para auxílio ao desenvolvedor, tais como as de camada J2EE e Integrating the Healthcare Enterprise (IHE) (RSNA, 2004), as de autenticação e segurança. Seu código é de uso livre, podendo ser modificado e distribuído gratuitamente (SourceForgeNet, 2004). A API foi utilizada para extração de informações de imagens DICOM e também na conversão das imagens para o formato JPEG. Apesar de o Dcm4che dispor de documentação escassa, sua distribuição contém código-fonte de vários utilitários, que puderam ser explorados para a construção do protótipo. Outros projetos, como o MiniWEBPACS – Sistema Compacto para Armazenamento e Distribuição de Imagens Médicas em Ambientes Clínico-hospitalares (Urtiga et al., 2004), do Incor, também fizeram uso dessa API.

4.10 Documentação

O JavaDoc é mais uma funcionalidade da linguagem Java para facilitar o desenvolvimento e manutenção de sistemas. Enquanto desenvolve o código, o programador vai colocando comentários em uma sintaxe própria, descrevendo as classes, métodos e demais dados sobre o programa. Depois, utilizando-se o JavaDoc, pode-se extrair relatórios com toda a documentação do sistema, em formato HTML, por exemplo. Assim fica mais fácil manter a documentação sempre atualizada, o que propicia manutenção mais rápida e eficiente no sistema. No desenvolvimento do protótipo, foi empregado esse modo de documentação, para facilitar o entendimento dos desenvolvedores que venham a se orientar pela solução proposta.

4.11 Considerações finais

Neste capítulo foram descritas a modelagem realizada e as tecnologias utilizadas no desenvolvimento da aplicação colaborativa. O protótipo foi

implementado utilizando tecnologias de uso livre, compatíveis com seu objetivo de promover o acesso democrático à informação, sem exigir muitos recursos dos participantes.

5 RESULTADOS

Nos capítulos anteriores, foram apresentadas a concepção de sistemas de Telemedicina em ambientes colaborativos, as características da arquitetura proposta, e sua aplicação no protótipo ColMed. Neste capítulo serão apresentados o protótipo resultante da análise e implementação, e também os pareceres de profissionais da área da saúde sobre o potencial da aplicação para o suporte ao diagnóstico remoto e ensino à distância.

5.1 Protótipo COLMED

O protótipo de aplicação ColMed oferece o ambiente para diagnóstico colaborativo remoto, que também pode ser usado para o ensino à distância. A Figura 5-1 mostra a tela inicial da aplicação. Para utilizar a ferramenta, o usuário precisa informar seus dados de acesso previamente cadastrados. O sistema verifica a validade dos dados, para garantir o controle de acesso às informações que serão trocadas. A partir desse ponto, o usuário está identificado, e o sistema armazenará suas informações e atividades, para que possa analisar a utilização da ferramenta e identificar as atualizações e melhorias possíveis.

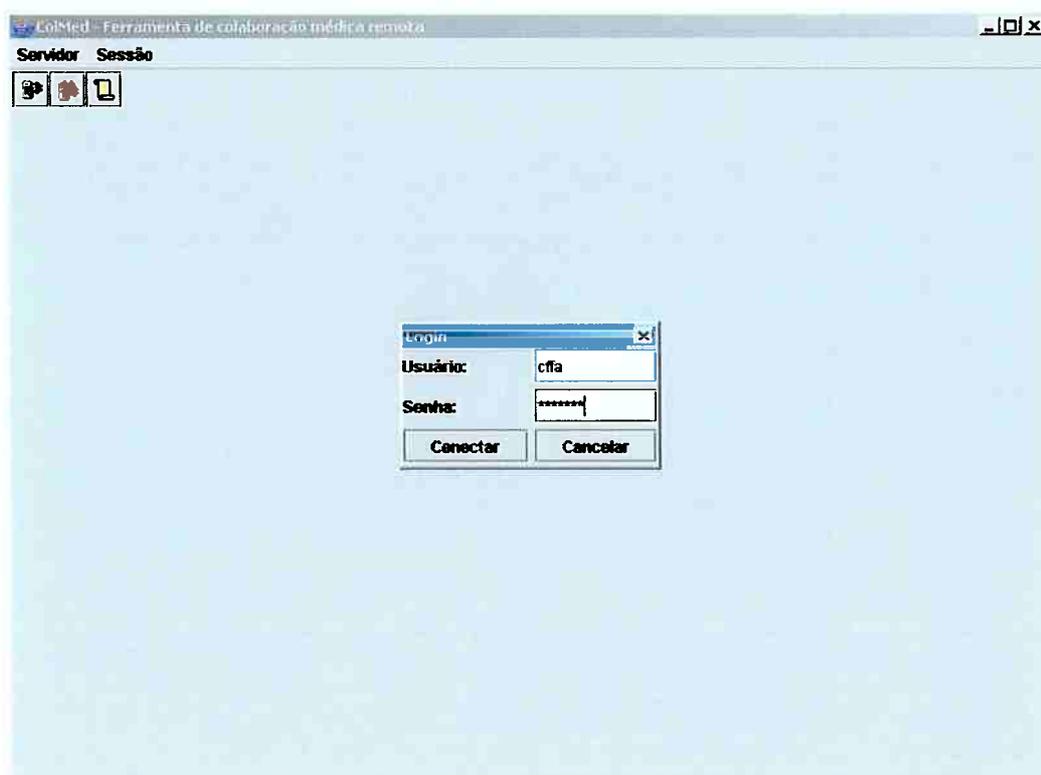


Figura 5-1 – Tela de Login da aplicação

Tendo escolhido a sessão da qual deseja participar, entre as que foi convidado, o usuário entra na sala e pode visualizar a discussão junto com os demais participantes. No canto superior esquerdo, está a lista dos usuários participantes da sessão, conforme mostra a Figura 5-2.

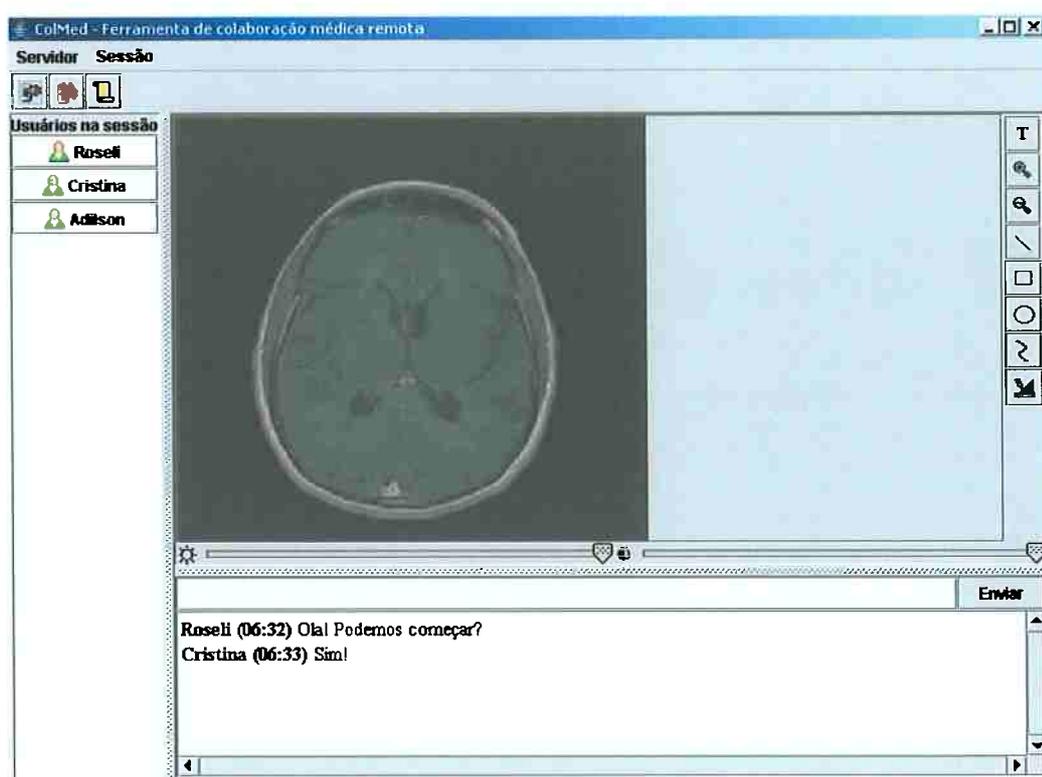


Figura 5-2 – Aplicação ColMed com usuário logado

Na mesma Figura 5-2, pode-se ver na parte inferior da tela a janela para Bate-papo (*Chat*). Nela, os usuários podem digitar livremente mensagens de texto e enviá-las. O sistema as distribui para os demais usuários. Caso desejem guardar o histórico das mensagens de texto trocadas, podem armazenar em seus computadores o arquivo com o conteúdo da sessão, através da função Histórico do menu Sessão.

No centro da janela, está a Lousa Digital (*Whiteboard*). O usuário responsável pela sessão abre a imagem que vai ser discutida, e os usuários têm à disposição várias ferramentas para trabalhar em conjunto. A Tabela 5-1 contém uma lista das opções disponíveis na Lousa Digital, associadas aos ícones que as representam.

Tabela 5-1 – Ferramentas da Lousa Digital

Ícone	Função	Descrição
	Inserir texto	Inserir texto sobre a imagem
	Zoom +	Ampliar a imagem
	Zoom -	Reduzir a imagem
	Linha	Desenhar linha sobre a imagem
	Retângulo	Desenhar retângulo sobre a imagem
	Círculo	Desenhar círculo ou elipse sobre a imagem
	Mão livre	Marcar livremente região sobre a imagem
	Medir	Calcular distância entre dois pontos
	Escala de Brilho	Variar a intensidade das cores na imagem
	Escala de Contraste	Variar o contraste entre os tons de cinza da imagem

Na Figura 5-3, é mostrada a imagem ampliada utilizando o botão Zoom +.

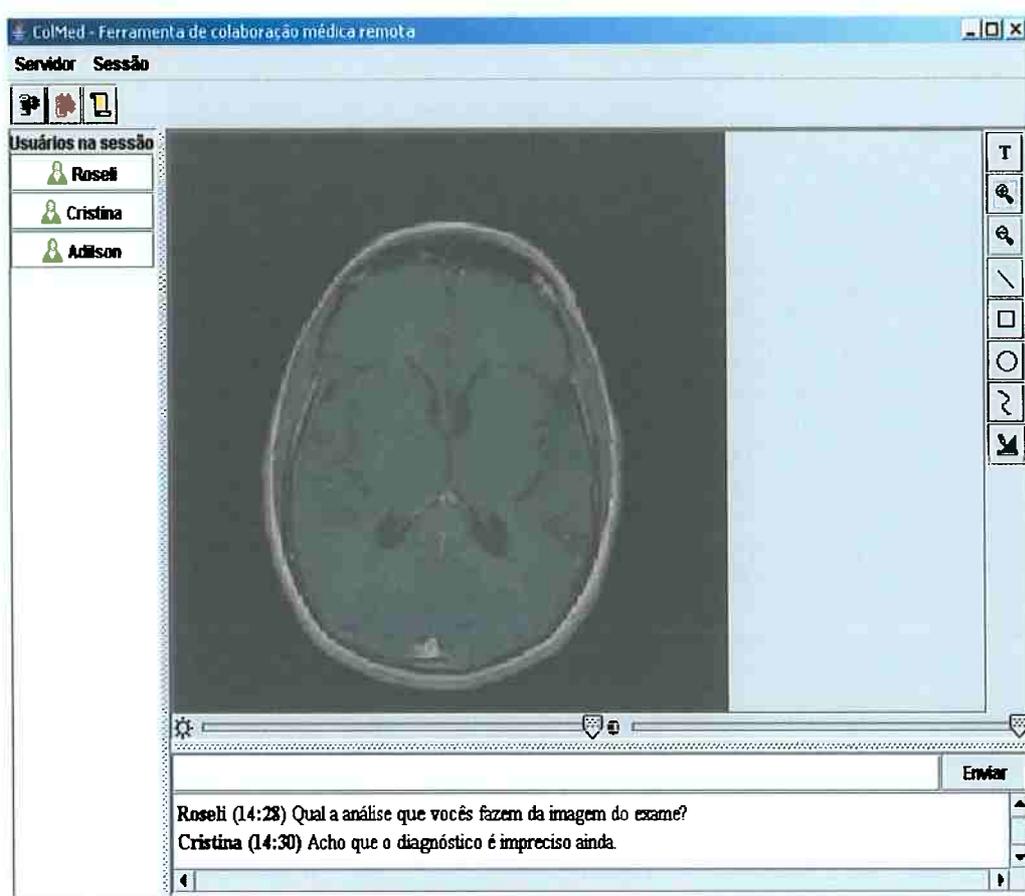


Figura 5-3 – Imagem ampliada

Na Figura 5-4, pode-se observar a aplicação sendo usada para uma sessão de análise de imagem. Foram feitas marcações e medições sobre o exame, utilizando as ferramentas da barra na lateral direita.

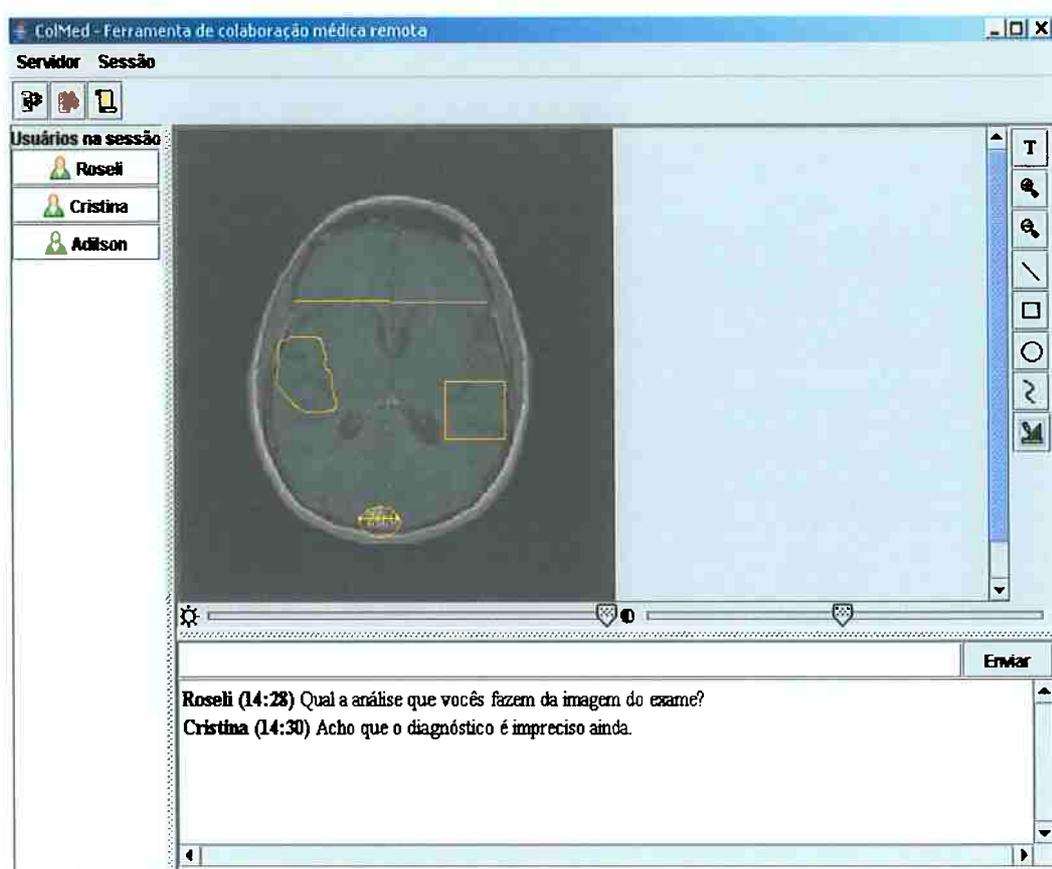


Figura 5-4 – Aplicação em sessão colaborativa

A aplicação oferece dois menus de comandos. O primeiro é o menu Servidor, que está apresentado na Figura 5-5.

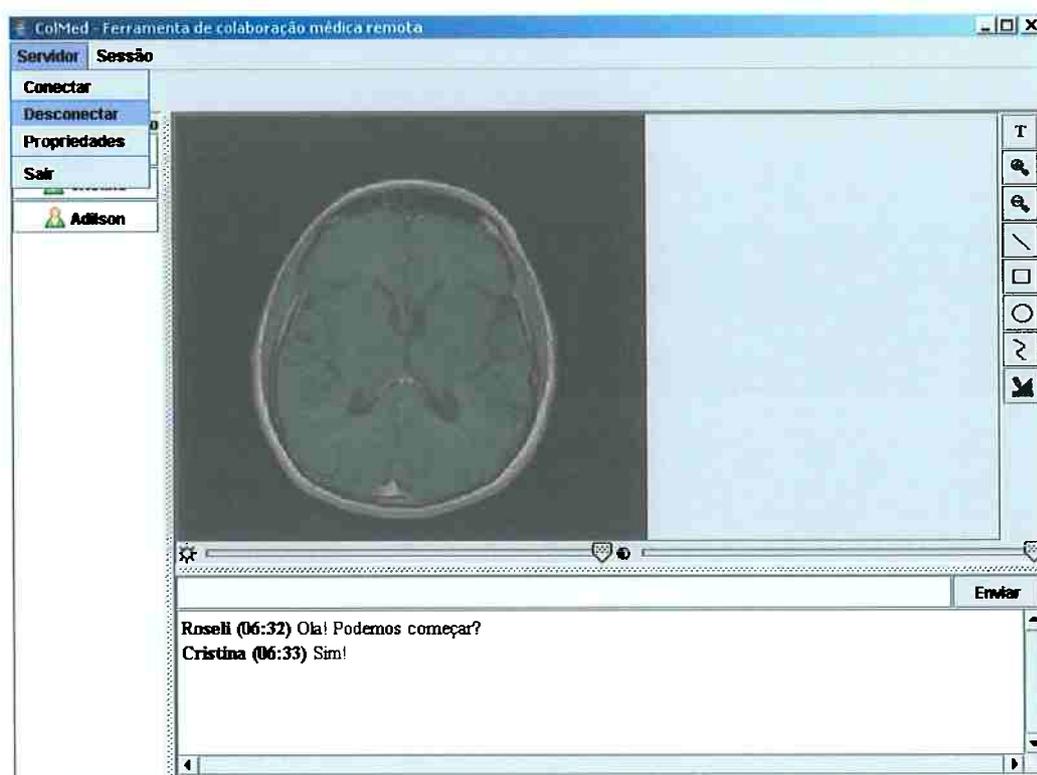


Figura 5-5 – Menu Servidor

O menu Servidor possui algumas operações para o estabelecimento e a configuração da comunicação entre cliente e servidor. A Tabela 5-2 tem a descrição de cada uma delas.

Tabela 5-2 – Comandos do menu Servidor

Comando	Descrição
Conectar	Conectar-se ao servidor de aplicação colaborativa
Desconectar	Finalizar a conexão com o servidor de aplicação colaborativa
Propriedades	Permite visualizar e alterar as propriedades do servidor de aplicação colaborativa, tais como endereço IP e porta de acesso
Sair	Fecha a aplicação

O segundo menu é o de Sessão, exibido na Figura 5-6. Ele oferece comandos relativos às sessões de colaboração, conforme descrito na Tabela 5-3.

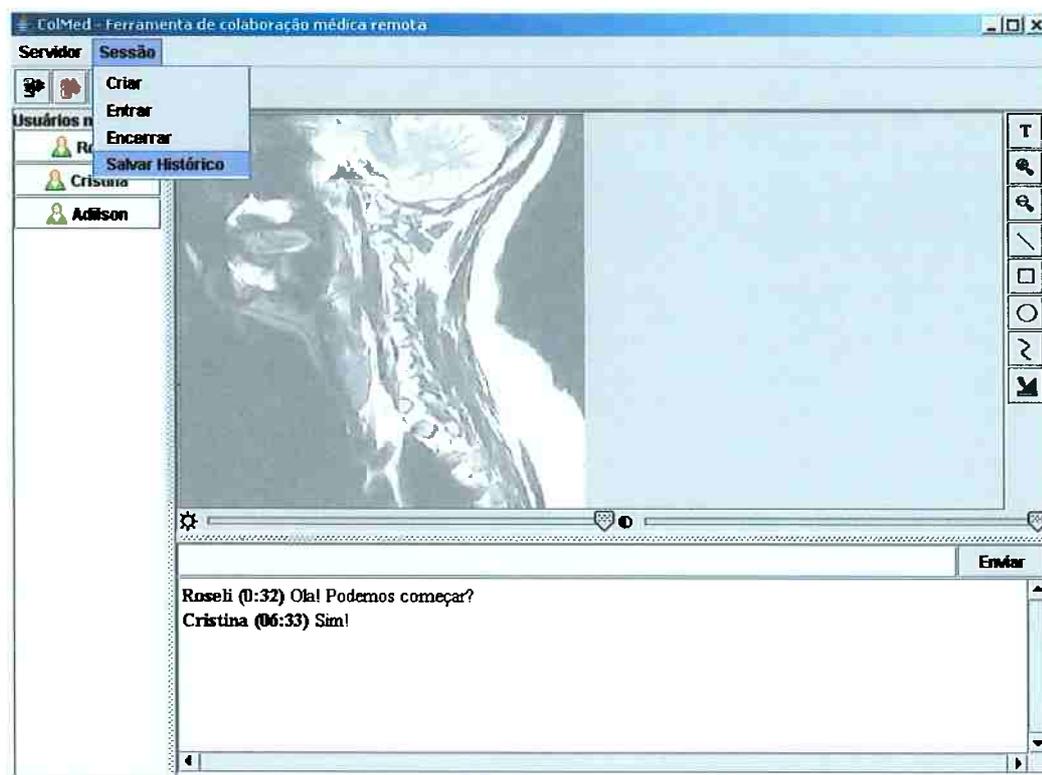


Figura 5-6 – Menu Sessão

Tabela 5-3 – Comandos do Menu Sessão

Comando	Descrição
Criar	Criar uma nova sala, para uma sessão de colaboração remota
Entrar	Escolher uma sala para participar da sessão
Encerrar	Sair da sessão
Salvar Histórico	Salvar em um arquivo na máquina do usuário todas as mensagens de texto trocadas durante a sessão

5.2 Pareceres de profissionais da área da saúde

A fim de verificar a aderência do protótipo às necessidades dos profissionais da área da saúde, e identificar possíveis melhorias, foi solicitado a dois

profissionais que o avaliassem. Trata-se de uma pediatra e uma dentista, ambas com poucos anos de carreira, potenciais beneficiadas pela possibilidade de transmissão de conhecimento e experiência entre profissionais. Elas emitiram os pareceres a seguir.

**Parecer elaborado pela Dra. Mariana Nogueira de Paula
(Médica residente de pediatria no Hospital das Clínicas da Unicamp
– Campinas - SP)**

“Este aplicativo colaborativo é muito útil na discussão e exposição de casos. Eu fiz residência na UNICAMP, que é um hospital terciário, ou seja, recebe casos e pacientes de hospitais secundários e redes primárias de atendimento. Muitas vezes, precisamos de dados do prontuário anterior do paciente que estão perdidos ou arquivados em algum lugar em outra cidade, e portanto inacessíveis. Algumas condutas já foram tomadas a partir desses dados, e sem eles, precisamos recomeçar a investigação e os tratamentos.

Achei interessante também a proposta de sincronização entre a execução de um exame e a observação pelo médico, pois é muito freqüente não obtermos a imagem ou o resultado desejados por erros técnicos.

O enfoque dado em relação a confidencialidade é muito bom, pois é um ponto crucial quando se trata de pacientes.

As videoconferências, os *chats*, a seleção e edição de imagens seriam ferramentas ótimas e acho que totalmente adequadas às finalidades proposta: discussão de casos entre colegas, obtenção de informações por profissionais de centros mais distantes e ensino.

Particularmente no ensino, acho muito eficaz, pois a revisão de prontuários e preparo de casos para discussões clínicas do ponto de vista acadêmico é difícil e cansativa, pois os dados não são organizados e os exames nem sempre são localizados. Além do fato da participação dos estudantes de forma interativa ser muito mais dinâmica, sem contar o fator timidez, que também foi abordado.

A possibilidade de acesso ao aplicativo por celulares também me interessou, tornando mais prática e possível, a qualquer momento necessário, a utilização dele.”

**Parecer elaborado pela Dra. Ana Paula Lima Roa Bolotta
(Dentista em especialização no Departamento de Endodontia da
Universidade de Taubaté – Taubaté - SP)**

“O programa apresentado é altamente eficaz quanto à instalação e manuseio, já que suas ferramentas são de simples entendimento, não necessitando de grande disponibilidade de tempo do profissional para sua utilização. Outra vantagem é de não haver necessidade de portar equipamentos de alto custo. Tendo em mãos um computador relativamente simples e um provedor de Internet, já é o suficiente para a instalação do programa.

Apreciei muito a idéia de englobar elementos importantes de programas já existentes, evitando-se o inconveniente de precisar adquirir variados softwares para um só fim.

Na minha área de trabalho, a Endodontia (tratamento de canal), a tomada radiográfica é de suma importância para um diagnóstico preciso, a execução do tratamento e a avaliação dos resultados. Muitas vezes as radiografias usuais não nos permitem a visualização detalhada, amplificada sem distorções, e o contraste das estruturas orais analisadas, podendo nos levar a cometer erros irreversíveis.

O programa também nos possibilita a maior conscientização do paciente sobre as intervenções ao longo do tratamento, uma vez que a melhor visualização da radiografia facilita o entendimento aos leigos.

Sugiro a possibilidade de integração do programa com algum software onde possamos simular o resultado do tratamento.

Finalizando, parablenizo aos autores do projeto pelo intuito de melhorar e simplificar o trabalho dos profissionais da área da saúde. ”

5.3 Considerações finais

Este capítulo apresentou o protótipo desenvolvido como estudo de caso da solução proposta, sua interface e funcionalidades. Os pareceres de profissionais da área da saúde apontaram o potencial de utilização da ferramenta no ambiente médico e odontológico, e trouxeram sugestões interessantes, como a integração com ferramentas para simulação de procedimentos.

6 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho teve o propósito de estudar os conceitos sobre a concepção e implementação de sistemas para apoio ao trabalho colaborativo remoto na área da saúde. Neste capítulo, são apresentadas as considerações finais e perspectivas de trabalhos futuros.

6.1 Contribuições

Este trabalho pode contribuir para a diminuição da diferença entre os níveis de tratamento oferecido aos pacientes das várias regiões do Brasil. Ao servir de orientação para o desenvolvimento de futuras aplicações colaborativas no site Oncopediatria, estará contribuindo para que o conhecimento seja disseminado entre os profissionais da área médica mesmo das regiões mais distantes dos grandes centros. Assim, o acesso à informação pode ser mais democrático, e o tratamento dos pacientes mais eficaz, devido ao melhor preparo dos profissionais.

Na área tecnológica, destaca-se a modelagem projetada com baixa dependência entre os objetos. Ela propicia flexibilidade de extensão, escalabilidade e facilidade de manutenção, além da possibilidade de melhorias no desempenho, para as aplicações que nela se orientarem. A utilização de software livre e independente de plataforma na implementação da aplicação é adequada à sua intenção de viabilizar a troca de conhecimento e experiências entre profissionais, mesmo os das instituições com menos recursos disponíveis. A tecnologia adotada torna mais fácil a realização da ferramenta e sua manutenção por uma equipe dedicada, pois se trata de linguagens e técnicas consolidadas, com disponibilidade suficiente de profissionais capacitados.

O preparo inicial para elaboração da proposta envolveu a pesquisa das diversas áreas técnicas necessárias para o desenvolvimento de aplicações de CSCW, e também das características das aplicações colaborativas atuais e as de Telemedicina, resultando no levantamento do estado-da-arte dessas áreas. Aliado ao estudo dos requisitos para aplicações colaborativas aplicadas ao diagnóstico médico,

esse levantamento permitiu a elaboração da proposta de solução, adequando-a às necessidades e tecnologias atuais.

Durante a realização do trabalho, foram elaborados e apresentados alguns artigos contendo aspectos dos levantamentos realizados, e também da concepção da solução. Eles abordam os benefícios da Telemedicina, os principais requisitos para as aplicações colaborativas para apoio ao diagnóstico por imagem, e as características da solução proposta (Assunção et al., 2004). A participação em eventos relacionados à informática na área da saúde permitiu o contato com outros profissionais e pesquisadores da área. Observou-se o interesse da comunidade médica nas aplicações para apoio ao trabalho colaborativo remoto, não somente pelos avanços que elas proporcionam na qualidade do tratamento prestado, mas também pelas oportunidades reveladas de transmissão de conhecimento e continuidade da capacitação dos profissionais.

6.2 Trabalhos futuros

A pesquisa realizada, ilustrada pelo protótipo desenvolvido, pode servir como orientação para a ferramenta a ser desenvolvida pelo Núcleo de Telemedicina do LSI. Os próximos passos incluem a completa integração da ferramenta ao Portal Neuroblastoma, disponibilizando aos profissionais já cadastrados no site a opção da ferramenta colaborativa.

A incorporação do módulo de videoconferência resultante da pesquisa do grupo de Telemedicina do LSI será de grande contribuição, pois tornará a aplicação mais atraente e com maior poder de comunicação.

Pretende-se estudar maneiras de utilizar a interface cliente diretamente no *browser* do usuário, além do modo aplicação cliente já disponibilizado. Isso facilitará bastante a adesão ao uso da ferramenta, pois dispensa a instalação de aplicativos no cliente, e não exige muitos recursos computacionais deste.

Outro recurso bastante interessante é a integração com outras aplicações manipuladoras de imagens, possibilitando a utilização de recursos mais avançados de processamento de imagens na visualização dos exames, tais como a reconstrução tridimensional através das fatias de uma tomografia. A integração com ferramentas de simulação também é de grande interesse dos usuários, pois presta grande auxílio no planejamento prévio do tratamento.

A adaptação do módulo Cliente para ser executado em dispositivos móveis como celulares e computadores de mão poderá ser de grande utilidade, tanto para se adaptar à rotina dinâmica dos médicos, como também para viabilizar a disseminação do conhecimento mesmo onde não seja ainda possível instalar linhas telefônicas fixas ou redes para transmissão de dados.

A participação da comunidade médica é fundamental para o progresso das aplicações, fornecendo subsídios para que as ferramentas se adaptem à prática médica, e ampliem seu potencial. Assim, o maior envolvimento dos profissionais dessa área é um objetivo para os próximos trabalhos.

6.3 Conclusões

O trabalho realizado possibilitou a concepção de um sistema cooperativo para apoio ao diagnóstico médico à distância. Ele se fundamenta no Trabalho Cooperativo Apoiado por Computador, e na utilização de tecnologias de padrões abertos e objetos distribuídos para suportar a interação remota.

O estudo dos tópicos relacionados aos conceitos e tecnologias para sistemas de objetos distribuídos aplicados à telemedicina proporcionou a visualização dos cenários comuns na área, trazendo assim o embasamento para a concepção da arquitetura para a ferramenta colaborativa. Os requisitos levantados para a aplicação e a modelagem desenvolvida foram utilizados para a implementação do protótipo da ferramenta, que permitiu a avaliação positiva do potencial do sistema a ser incorporado ao site Oncopediatria.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACR Standards. American College of Radiology Standards for Teleradiology. 2002
- Alhir, Sinan Si UML in a Nutshell – A Desktop Quick Reference. 1ª. Edição. O'Reilly. 1998.
- Assunção, C. F. F.; Reami, E. R.; Zuffo, M. K.; Lopes, R. D. MediColl – Ambiente Cooperativo para Suporte ao Diagnóstico Médico à Distância. IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde. 2004.
- Ayers, Danny; Bergsten, Hans; Bogovich, Michael; Diamond, Jason; Ferris, Matthew; Fleury, Marc; Halberstadt, Ari; Houle, Paul; Mohseni, Piroz; Patzer, Andrew; Phillips, Ron; Li, Sing; Vedati, Krishna; Wilcox, Mark; Zeiger, Stefan Professional Java Server Programming. Wrox Press.1999.
- Bacic, A. S. Um Ambiente Colaborativo de Apoio ao Diagnóstico Médico Assistido por Computadores de Alto Desempenho. 2001. 120p. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Bannon, L.; Bodker, S. Constructing Common Information Spaces. 1997. Proceedings of the 5th European CSCW Conference. Dordrecht:Kluwer Academic Press.
- Boer, M.; Manner, R.; Maués, J.; Komitowski, D. Tias, an environment for image analysis using the WWW. 12th IEEE Symposium on Computer-based Medical Systems. Junho 1999. p. 66
- Brown, J. S.; Collins, A.; Duguid, P. Situated Cognition and the culture of learning. Education Researcher. 1989. Vol. 18. p. 32-42.
- Chan, A. T. S.; Cao, J.; Chan, H.; Young, G. A web-enabled framework for smartcard application in health services. Communications of the ACM. September 2001; Vol. 44; No 9; p. 77-82.
- Coleman, J. D.; Klement, E. ; Savchenko, A.; Goettsch, A. TeleInVivo: A Novel Telemedical Application for Collaborative Volume Visualization. Proceedings of the 4th ACM International Conference on Multimedia. 1997. ACM Press. P. 445-446
- Comer, D. E.; Stevens, D. L. Internetworking with TCP/IP – Client/Server Programming and Applications/Volume3. 1993. 1st Edition.

- CONEP – Comissão de Ética em Pesquisa do Conselho Nacional de Saúde. Resolução 196/96 Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas envolvendo Seres Humanos. 1996.
- CONEP – Comissão de Ética em Pesquisa do Conselho Nacional de Saúde <http://conselho.saude.gov.br/comissao/conep/resolucao.html> Acesso em dez. 2004.
- CTGV – Cognition and Technology Group at Vanderbilt. Anchored instruction and situated cognition revisited. Educational Technology. 1993. Vol. 33. p. 52-70.
- EDB-UTEXAS. CSCL Theories <http://www.edb.utexas.edu/csclstudent/dhsiao/theories.html> Acesso em dez. 2004.
- Ellis, C. A.; Gibbs, S. J.; Rein, G. L. Groupware: some issues and experiences. Communications of the ACM. January 1991; Vol. 34; No 1; p. 39-58.
- Farlei, J. Java Distributed Computing. 1998. 1st Edition. O'Reilly. 382p.
- Ficheman, I. K. Aprendizagem Colaborativa A Distância Apoiada Por Meios Eletrônicos Interativos. 2002. 117p. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Ganguly, P., Ray, P. Software Interoperability of Telemedicine Systems: A CSCW Perspective. IEEE 7th International Conference on Parallel and Distributed Systems. 2002.
- GlasNet. Vygotsky and education: The Sociocultural genesis of dialog thinking in classroom contexts for open-forum literature discussions <http://www.glasnet.ru/~vega/vygodsky/miller.html> Acesso em nov. 2004.
- Handels, H.; Busch, Ch.; Encarnação, J.; Hahn, Ch.; Kuhn, V.; Mieke, J.; Poppl, S. I.; Rinast, E.; Robmanith, Ch.; Seibert, F.; Will, A. KAMEDIN: a telemedicine system for computer supported cooperative work and remote image analysis in radiology. Computer Methods and Programs in Biomedicine. No. 52. p. 175-183. 1997.
- Hira, A. Y.; Bacic, A. S.; Zuffo, M. K.; Lopes, R. D. A Telemedicina sob o Paradigma de Componentes e Objetos Distribuídos. Um Estudo de Caso: Protocolos Cooperativos em OncoPediatria. Congresso Brasileiro de Informática em Saúde. 2002.
- JavaWorld. Write high-performance RMI servers and Swing clients

http://www.javaworld.com/javaworld/jw-04-1999/jw-04-enterprise_p.html

Acesso em dez. 2004.

Jepsen, T. SOAP Cleans up Interoperability Problems on the Web. IEEE IT Professional. Janeiro 2001.

Jude. Java and UML Developers Environment <http://jude.esm.jp> Acesso em dez.2004.

Keegan, D. Foundations of distance education. Londres. Routledge. 1991. 2ª edição.

Klein, J. Healthcare Technologies Research Key Issues for 2003. Gartner Research. 2002.

Larman, Craig Applying UML and Patterns. 1997. Prentice Hall PTR

Lo, Shou-Chih; Lee, Guanling; Chen, Wen-Tsuen An efficient multipolling mechanism for IEEE 802.11 Wireless LANs. IEEE Transactions on Computers. Vol. 52. Junho/2003. p. 764-778

Lopes, R. D.; Krüger, S. E. O estímulo à Criatividade e as Novas Tecnologias. IV Congresso Arte e Ciência – Mito e Razão. Centro Mario Schenberg. São Paulo. 2001. p. 188-194.

Lopes, T. T.; Trautenmüller, P.; Hira, A. Y.; Zuffo, M. K. Sistema de Teleradiologia para Diagnóstico de Imagem em Oncologia Pediátrica. IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde. 2004.

Manasse, Mark S. Millicent (electronic microcommerce). 1995.

Oliveira, J.; Hoseini, M.; Shirmohammadi, S.; Malric, F.; Nourian, S.; Saddik, A.; Georganas, N. D. Java Multimedia Telecollaboration. IEEE Multimedia. 2003.

Orfali, Robert; Harkey, Dan; Edwards, Jeri Client/Server Survival Guide. 1999. 3ª edição.

Raman, R. S.; Reddy, R.; Jagannathan, V.; Reddy, S. *Secure* Collaboration Technologies for Healthcare Enterprises. 6th Workshop on Enabling Technologies Infrastructure for Collaborative Enterprises (WET-ICE '97). 1997.

RealMedico Espaço Real Médico <http://www.espacorealmedico.com.br>. Acessado em jan. 2005.

Reinhard, W.; Schweitzer, J.; Volksen, G. CSCW Tools: Concepts and Architectures IEEE Computer. 1994.

Rivest, R. L.; Shamir, A. PayWord and MicroMint-Two Simple Micropayment Schemes. 1995.

- RMI Homepage <http://java.sun.com/products/jdk/rmi/> Acesso em dez. 2004.
- Rosa, A. L. M.; Hira, A. Y.; Lopes, T. T.; Zuffo, M. K. Ambiente Colaborativo Aplicado à Medicina em Câncer Infantil. IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde. 2004.
- RSNA - Radiological Society of North America <http://www.rsna.org/IHE> Acesso em dez. 2004.
- Rugelj, Joze; Svirgelj, Viktor Computer supported multimedia environment for the support of long-distance collaboration in medicine. Proceedings of the 10th IEEE Symposium on Computer-based Medical Systems. 1997.
- Sherman, L. W. A Postmodern, constructivist and cooperative pedagogy for teaching educational psychology , assisted by computer mediated communications. Proceedings of the CSCL'95 Conference. 1995.
- SourceForgeNet. Sourceforge.net: Project Info – dcm4che, a DICOM implementation in Java <http://sourceforge.net/projects/dcm4che> Acesso em dez. 2004.
- Spiro, R. J.; Feltovich, P. J.; Jacobson, M. L.; Anderson, D. K. Cognitive flexibility: Random access instruction for advanced knowledge acquisition in ill-structured domains. Proceedings of the 10th Annual Conference of Cognitive Science Society. 1988. p. 375-383.
- St. Jude's Hospital <http://www.cure4kids.com> Acesso em dez. 2004.
- SUN. 2D Graphics <http://www.java.sun.com/docs/books/tutorial/2d> Acesso em dez. 2004.
- Swire, P.; Steinfeld, L. Security and privacy after September 11: the Health care example. Proceedings of the 12th Conference on Computers, Freedom and Privacy. 2002.
- Tiani. Tiani Medgraph <http://www.tiani.com> Acesso em dez. 2004.
- Urtiga, K. S.; Takizawa, K.; Moreno, R. A.; Gutierrez, M. A. Mini-WEBPACS: Sistema Compacto para Armazenamento e Distribuição de Imagens Médicas em Ambientes Clínico-hospitalares. IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde. 2004.
- Versweyveld, L. European IST 2001 Oscars awarded to telemedicine, surgery simulation and e-business. Virtual Medical Worlds. 2001.

Withrow, S. Healthcare portal applications: What's working? TechRepublic. 2004.

Wydaeghe, B.; Verschaeve, K.; Michiels, B.; Van Damme, B.; Arckens, E.; Jonckers, V. Building an OMT-Editor Using Design Patterns: An Experience Report. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering. Junho de 1993. p. 369-385.

Zuffo, M. K. A Convergência da Realidade Virtual e Internet Avançada em Novos Paradigmas de TV Digital Interativa. 2001. 91p. Tese de Livre Docência – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.