

Desenvolvimento de um PACS Web para a Aquisição, o Gerenciamento e a Disponibilização de Dados e Exames Médicos

Neimar Neitzel¹, Renato Bobsin Machado^{1,2}, Joylan Nunes Maciel¹, Hwei Diana Lee¹,
Feng Chung Wu^{1,2}, João José Fagundes², Cláudio Saddy Rodrigues Coy²

¹Centro de Engenharias e Ciências Exatas – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Laboratório de Bioinformática – LABI
Caixa Postal 39, 85856-970 – Foz do Iguaçu, PR, Brasil

²Faculdade de Ciências Médicas – Universidade Estadual de Campinas
Departamento de Moléstias do Aparelho Digestivo – DMAD
Serviço de Coloproctologia
Caixa Postal 6111, 13083-970 – Campinas, SP, Brasil

{mar.neitzel, renatobobsin}@gmail.com

Resumo. *A medicina apoiada pela computação tem permitido ampliar e otimizar o intercâmbio de informações médicas de maneira remota, possibilitando a realização de diagnósticos e de tratamentos de pacientes a distância. Dentro deste contexto, neste trabalho apresenta-se o modelo de um PACS (Picture Archiving and Communication Systems) para realizar a aquisição, o tratamento e o gerenciamento de exames médicos partir de distintos equipamentos hospitalares, possibilitando a construção de uma base centralizada baseada no padrão DICOM. O acesso a essas informações será disponibilizado por meio de um portal Web, considerando-se as premissas de desempenho e segurança.*

1. Introdução

A aplicação da computação na medicina tem permitido ampliar e otimizar o intercâmbio de informações médicas de maneira remota, possibilitando a realização de diagnósticos e de tratamentos de pacientes à distância [Urtiga et al. 2004]. A medicina possui vários processos que podem ser otimizados pela aplicação da computação, tais como consultas e monitoração de pacientes de maneira remota, compartilhamento de informações e realização de pesquisas médicas à distância, entre outros.

Dentro desse contexto, o LABI (Laboratório de Bioinformática) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE) em parceria com o Serviço de Coloproctologia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) vêm desenvolvendo pesquisas na área de Telemedicina. Entre as pesquisas realizadas nessa linha cita-se os trabalhos envolvendo a transmissão segura de dados médicos pela Web, aplicativos de conferências multimídia [Bueno et al. 2004] [Maciel 2005] e aplicação computacional utilizando protocolo médico DICOM [Neitzel et al. 2008].

Os resultados alcançados nas pesquisas realizadas motivaram a aplicação de métodos computacionais em diferentes nichos da área médica. Neste contexto observou-se a necessidade do desenvolvimento de soluções computacionais para o acompanhamento remoto de pacientes, bem como a possibilidade de transmissão de dados a partir de

equipamentos disponíveis em unidades hospitalares. Entre as motivações para o desenvolvimento de tais soluções computacionais cita-se a dificuldade dos médicos em estarem presentes nos diferentes locais onde possuem pacientes, a carência de especialistas em cidades menores e a dificuldade de discutir-se diagnósticos entre especialistas de diferentes localidades [de Faria 2003].

A partir deste cenário, tem-se como objetivo nesse trabalho desenvolver uma solução computacional PACS (*Picture Archiving and Communication Systems*) para a aquisição, o gerenciamento, o armazenamento e a retransmissão de exames médicos e dados de pacientes em distintos formatos, de modo seguro por meio da Internet.

Na Sessão 2 deste trabalho descreve-se o modelo da solução, bem como as tecnologias que serão utilizadas e os experimentos a serem realizados. A Sessão 3 é dedicada a apresentação dos resultados e da discussão.

2. Materiais e Métodos

O aumento do uso de equipamentos médicos e de aplicações computacionais nos hospitais criou a necessidade de utilizar-se soluções padronizadas para a interconexão dos equipamentos hospitalares (EH). Dentro desse contexto, em 1983 formou-se uma comissão de trabalho composta por membros da ACR (*American College of Radiology*) e da NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*), com o propósito de desenvolver um padrão de intercomunicação para aplicações médicas [Pianyk 2008].

Como resultado da associação entre a ACR e a NEMA criou-se em 1991 a terceira versão do padrão de comunicação denominado, a partir de então, DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*). O protocolo DICOM é aceito internacionalmente e foi criado para padronizar a geração de imagens médicas digitais dos EH, bem como a intercomunicação com tais equipamentos. Desde a sua criação, o protocolo passa por atualizações anuais para que possa ser adaptado as mudanças tecnológicas e manter sua compatibilidade com as versões anteriores [ACR-NEMA 2006].

Com a consolidação do protocolo DICOM surgiram facilidades para a comunicação entre EH e para o desenvolvimento de aplicações médicas baseadas no conceito de PACS, os quais genericamente são compostos pelos subsistemas de aquisição, de exibição, de disponibilização e de armazenamento dos exames. Os PACS têm sido empregados em hospitais para realizar o gerenciamento eletrônico de dados e de exames baseados em imagens, facilitando o armazenamento, a recuperação e o compartilhamento destas informações. Essas aplicações agilizam o processo de consulta e exibição de exames dos pacientes, bem como permitem a diminuição de custos com papéis e filmes radiológicos [Caritá 2006].

A solução proposta neste trabalho consiste em um PACS, baseado no padrão DICOM, o qual será apresentado na seção seguinte.

2.1. Modelo Proposto

O modelo computacional do sistema, apresentado na Figura 1, é constituído por Equipamentos Hospitalares (EH), um Sistema de Conversão de exames médicos para formato DICOM (SCD), um Sistema de Armazenamento DICOM (SAD), um Portal Web de aplicações médicas e Aplicações Clientes (AC) baseadas em tecnologia Web.

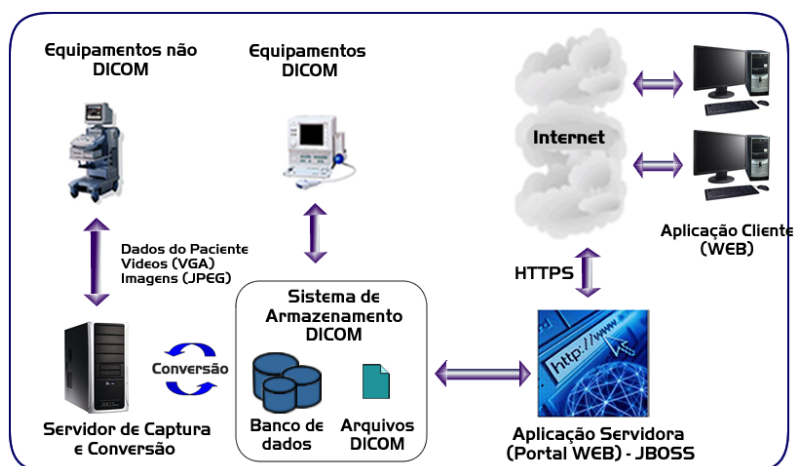


Figura 1. Arquitetura do modelo computacional proposto

O modelo computacional contempla a utilização de EH, tais como equipamentos de tomografia computadorizada, ressonância magnética, ultra-sonografia, entre outros. Esses EH permitem a realização de exames médicos e a geração de imagens, podendo trabalhar com arquivos em padrão DICOM, assim como outros formatos. Os EH baseados no padrão DICOM possibilitam a comunicação entre equipamentos e a geração dos exames de acordo com esse padrão. Contudo, os equipamentos que não trabalham com DICOM podem gerar vídeos e imagens em formatos variados, tais como VGA (*Video Graphics Array*), JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) [Filho and Neto 1999], MPEG (*Moving Pictures Experts Group*) [Filho and Neto 1999], entre outros.

De modo a contemplar essas situações, o processo de aquisição foi projetado com dois módulos: SAD e SCD. O SAD será responsável pela comunicação com os EH baseados no padrão DICOM, por meio de uma rede TCP/IP (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*) [Tanenbaum 2003]. Esta interface permitirá a aquisição de dados e exames de pacientes, a partir de diferentes EH, por meio do protocolo DICOM. Esses exames, assim como os arquivos DICOM gerados, serão armazenados em uma base de dados centralizada. O SCD possuirá a responsabilidade de adquirir imagens, vídeos e dados dos pacientes em formatos distintos, sendo considerado para este trabalho: imagens JPEG, vídeos VGA ou MPEG. Posteriormente o SCD criará um arquivo em formato DICOM com os dados adquiridos e os armazenará na mesma base de dados utilizada pelo módulo SAD.

Os dados serão organizados por meio de campos texto, contemplando informações como nome do médico, nome do paciente, data de nascimento, sexo, exames realizados, data e hora de realização do exame, equipamento utilizado, observações realizadas, localização física dos arquivos DICOM e outras informações que poderão ser adicionadas em função de discussões com especialistas das áreas médica e computacional.

Os dados e exames dos pacientes serão disponibilizados aos usuários (médicos, especialistas e pesquisadores) por meio de um portal Web, cuja responsabilidade é atender a requisições das Aplicações Clientes (AC), por meio da Internet, bem como manter a segurança e a privacidade dos dados e exames. O servidor responderá as solicitações de consulta de pacientes e exames, acessando os dados presentes na base de dados e, posteri-

ormente, mediante solicitação dos usuários realizará a recuperação dos arquivos DICOM referentes aos exames e pacientes. Adicionalmente, serão transmitidas amostras de dados e imagens do exame que o solicitante desejar, de modo a permitir uma visualização prévia do conteúdo do arquivo em menor tamanho e resolução. A partir dessa visão, os usuários poderão selecionar as imagens desejadas ou prioritárias, e posteriormente o sistema iniciará o *download* seguindo as opções selecionadas pelo usuário.

No servidor Web tem-se a preocupação de garantir a segurança e a privacidade dos dados. Para tanto, serão implementadas políticas de controle de acesso por meio de usuário e senha pessoal. Para a transmissão dos dados serão aplicadas conexões seguras seguindo o modelo de referência TCP/IP [Tanenbaum 2003].

As AC serão responsáveis por realizar a interface de comunicação do sistema com os usuários finais, solicitando inicialmente informações para realizar a autenticação aplicando o protocolo LDAP (*Lightweight Directory Access Protocol*) [Carter 2009]. A AC também realizará as solicitações dos dados e exames de pacientes ao servidor Web e fará a apresentação dessas informações para os usuários em telas projetadas para navegadores Web.

2.2. Requisitos Funcionais

A partir do estudo e da análise dos principais sistemas PACS disponíveis, definiu-se conjuntamente com os especialistas das áreas médica e computacional, os requisitos funcionais a serem implementados no modelo da solução. A seguir, de modo resumido, são apresentadas as funcionalidades contempladas neste trabalho:

- Aquisição de arquivos no formato DICOM;
- Aquisição e conversão de arquivos não DICOM (JPEG, VGA e MPEG) para o formato DICOM;
- Organização e centralização dos dados e de exames de pacientes em uma base de dados;
- Gerenciamento dos exames e dados dos pacientes (controle e registro de acesso ao sistema e alterações realizadas nos dados);
- Disponibilização de acesso aos exames e informações de pacientes por meio de um portal Web;
- Acesso seguro aos dados e exames de pacientes por meio de conexões seguras aplicando o protocolo HTTPS (*HyperText Transfer Protocol Secure*) e o protocolo LDAP para a autenticação de usuários clientes;
- Visualização prévia, em tamanhos e resoluções menores, e completa das imagens e vídeos relativos aos exames médicos disponíveis na base de dados;
- *Download* de arquivos por meio das AC;
- Desenvolvimento de AC para promover a interface com a AS;
- Funções de processamento da imagem nas AC (*zoom* e brilho).

2.3. Tecnologias da Solução

Esta seção é dedicada a apresentação das tecnologias adotadas para a implementação do modelo computacional proposto:

- Como interface de desenvolvimento será utilizado a plataforma JBoss Seam [Allen 2008], e para a construção da interface gráfica será aplicado o *framework*

RichFaces [Allen 2008] e a linguagem XHTML (*eXtensible Hypertext Markup Language*)¹. Para a implementação será utilizada a linguagem de programação Java [P. J. Deitel 2003];

- Como servidor de aplicação será adotado o *JBoss Application Server* e para ambiente de desenvolvimento será utilizado o RHDS (*Red Hat Developer Studio*) [RedHat 2009]. Como suporte a implementação do padrão DICOM será utilizada a API (*Applications Programming Interfaces*) DICOM DCM4CHE [Zeilinger 2009];
- Para o armazenamento dos dados, coletados por meio dos EH, será utilizado o Sistema Gerenciador de Banco de Dados MySQL [Henry F. Korth 1995]. O controle de acesso/autenticação do modelo será realizado por meio do protocolo LDAP e, para o transporte dos dados serão aplicadas conexões seguras por meio do protocolo de comunicação HTTPS.

2.4. Definição dos Experimentos

O modelo proposto consiste em um solução distribuída, a qual poderá ser utilizada em distintos ambientes e operar sob diferentes condições de tráfego. Desse modo, e considerando que o sistema será aplicado na área médica, torna-se necessária a realização de análises experimentais do modelo proposto considerando distintos ambientes de operação.

Nesse sentido, para realizar a análise do desempenho do sistema computacional definido neste trabalho, foram projetadas as configurações experimentais e a metodologia de execução e análise descritas nas próximas seções.

2.4.1. Ambientes para a Realização dos Experimentos

Com a finalidade de buscar-se atributos que permitam otimizar o processo de transmissão dos exames médicos, por meio de ambientes heterogêneos, foram definidas análises experimentais em quatro ambientes distintos.

- O primeiro ambiente consiste em uma rede ponto a ponto padrão Fast Ethernet (100 Mbps) Full-Duplex [Tanenbaum 2003], na qual será simulada a interação entre as aplicações cliente e servidora sem o tráfego de outras aplicações.
- O segundo ambiente é semelhante ao primeiro, exceto pelo fato de que a transmissão das informações será realizada por meio da tecnologia Gigabit Ethernet (1000 Mbps) no modo Full-Duplex [Forouzan 2006].
- No terceiro ambiente será simulado o uso da aplicação proposta em uma rede corporativa, na qual o meio de transmissão entre cliente e servidor possui diversos dispositivos, tais como *switches*, roteadores, *firewalls* e, principalmente, o tráfego de outras aplicações.
- O quarto ambiente consiste na transmissão dos dados por meio da Internet, utilizando dois *endpoints* distintos com conexão ADSL 1 Mbps.

Para cada ambiente serão utilizados computadores iguais, possuindo a mesma configuração de *hardware* e *software*, com o intuito de contribuir para o determinismo das análises. Com o objetivo de eliminar variáveis e aumentar a precisão dos experimentos, foi definido o protocolo experimental, descrito a seguir, para a execução e análise das avaliações em cada um dos ambientes.

¹<http://www.w3.org/TR/xhtml1/>

2.4.2. Protocolo Experimental

Considerando os quatro ambientes descritos e a necessidade de analisar o desempenho de transmissão dos exames e/ou imagens DICOM, definiu-se que os tamanhos das imagens a serem transmitidas serão de 0 a 10 MB, com pacotes de dados variando de 500 em 500 KB. Para cada configuração e ambiente será contabilizado o tempo de transmissão de 100 amostras, entre a Aplicação Servidora e a Cliente, conforme a Figura 2. Para a realização dos experimentos propostos, a coleta das amostras será implementado de modo automatizado.

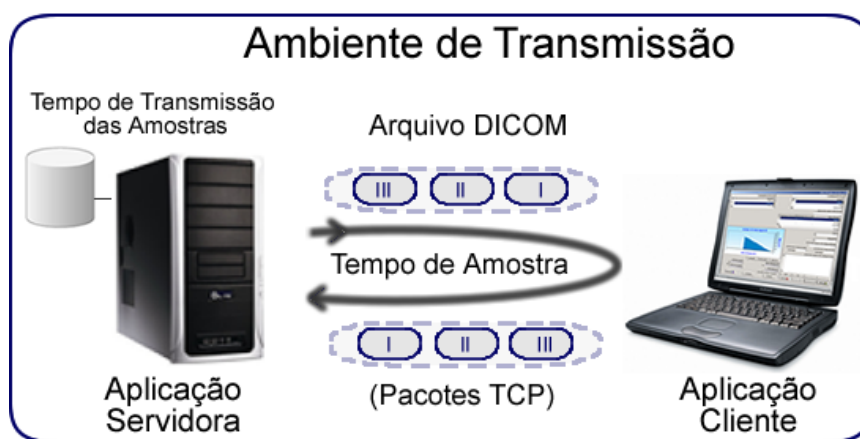


Figura 2. Protocolo experimental

Após a realização dos experimentos, os resultados serão analisados por meio do software “R”² com o nível de rejeição da hipótese de nulidade $p\text{-valor} \leq 0,05$.

Outra abordagem que está sendo avaliada, conjuntamente com os especialistas, é a utilização de ferramentas específicas para a análise de desempenho de aplicações distribuídas. Para esse propósito, serão aplicadas as ferramenta BadBoy [Badboy 2009] e JMeter [JMeter 2009].

3. Resultados e Discussão

A primeira fase para realização deste trabalho consistiu em estudos conceituais relacionados as principais funcionalidades disponibilizadas e implementadas pelos PACS atuais. As principais características de um PACS são a comunicação com EH, interligação por meio de redes de computadores, a aplicação de um servidor de imagens DICOM e a integração com outros sistemas da área médica [Caritá 2006]. Na Tabela 1 é apresentado um comparativo entre as funcionalidades dos PACS estudados, sendo eles o mini-WEBPACS [de Figueiredo et al. 2002], o IWA [Franco et al. 2006] e o IDIS [dos Santos and Ruiz 2006].

A partir desse contexto, conjuntamente com os especialistas das áreas médica e computacional, definiu-se os requisitos funcionais a serem implementadas na solução computacional. A seguir são discutidas as funcionalidades definidas para o sistema proposto.

²<http://www.r-project.org/>

Tabela 1. Comparativo entre os PACS

Funcionalidades	mini- WEBPACS	IWA	IDIS
Comunicação com equipamentos DICOM	Sim	Sim	Sim
Comunicação com equipamentos não-DICOM	Sim	Sim	Não
Armazenamento centralizado	Sim	Sim	Sim
Tecnologia <i>open source</i>	Sim	Sim	Sim
Utilização de sistema distribuído	Não	Sim	não
Ambiente Web	Sim	Sim	Sim
Aplicação de Segurança	Sim	Não	Sim
Tratamento de imagens	Sim	Sim	Sim
Interação entre especialistas	Não	Sim	Não
Buscas por conteúdo pictórico	Não	Sim	Não
Visualização prévia das imagens	Não	Não	Sim

Além de considerar as funcionalidades básicas de aquisição, armazenamento e disponibilização de exames, tem-se como objetivo neste trabalho possibilitar o acesso a EH que trabalhem, ou não, com o padrão DICOM. Essa característica deve-se ao fato que muitos hospitais possuem e utilizam equipamentos que não trabalham com o padrão DICOM. Desse modo, serão implementados dois módulos de aquisição no modelo proposto, um para EH que geram os exames em formato DICOM e outro para EH que trabalham com outros formatos. Neste contexto, a solução poderá ser aplicada para um conjunto maior de equipamentos, assim como clínicas e hospitais.

A base de dados será responsável pelo armazenamento de informações relevantes para as buscas de exames e pacientes, sendo os arquivos DICOM armazenados em uma pasta específica organizada por paciente, no servidor. Essa é uma abordagem normalmente aplicada, pois o tamanho destes arquivos influenciam no desempenho do banco de dados.

O controle de acesso e autenticação será realizado por meio do protocolo LDAP, o qual evita que usuários não cadastrados tenham acesso ao sistema. O uso do protocolo de transmissão seguro HTTPS permitirá uma maior segurança para o processo de transmissão dos dados e exames dos pacientes, o que é primordial para aplicações da área médica. Adicionalmente, serão adotadas políticas de controle de alterações por usuário, armazenando-as em um registro histórico, de modo a manter-se uma documentação de controle de alterações.

A disponibilização do acesso à aplicação por meio de um portal Web permitirá maior flexibilidade aos médicos e especialistas. Desse modo, pode-se realizar o acesso a partir de qualquer plataforma ou sistema operacional, por meio de *web browsers*. Além disso, não haverá a necessidade da instalação de aplicativos para acessar o sistema pro-

posto, bem como a arquitetura facilitará a manutenibilidade e a incorporação de novas funcionalidades de maneira transparente ao usuário final.

Com o intuito de melhorar o desempenho no processo de transmissão dos dados, o sistema foi projetado para permitir a visualização prévia de miniaturas das imagens e vídeos armazenadas no servidor e a posterior visualização completa em função da ordem de prioridade definida pelo usuário. Por meio dessa funcionalidade é possível minimizar os tempos de espera dos usuários em relação aos retardos oriundos do processo de *download* das imagens, o que torná-se mais relevante a medida que são utilizadas conexões com menor largura de banda.

Outra funcionalidade que contribui para otimizar o desempenho da solução consiste na transmissão segmentada dos arquivos DICOM, como por exemplo as imagens serem baixadas individualmente. Desse modo, evita-se a transmissão de informações redundantes contidas nos arquivos DICOM, não só economizando o uso da banda da rede, mas também possibilitando o início da análise realizadas pelos especialistas, em função de sua demanda e pela real importância das imagens contidas no arquivo. Adicionalmente, para uma melhor análise das imagens, serão implementadas as funcionalidades de zoom e brilho, as quais poderão auxiliar os médicos, os pesquisadores e os especialistas no processo de análise dos exames.

Em relação as tecnologias selecionadas para a implementação da solução, optou-se pela linguagem Java por possuir recursos de programação Web, tais como APIs para transmissão de pacotes de dados, servidores de aplicação e facilidades para o desenvolvimento de aplicações a serem utilizadas em *browsers* [P. J. Deitel 2003]. A tecnologia Java também apresenta como vantagens os níveis de segurança e a independência em relação a distintas plataformas.

Como a implementação do padrão DICOM é disponibilizada em diversas bibliotecas, optou-se pela biblioteca DCM4CHE [Zeilinger 2009] para este projeto, a qual implementa as funcionalidade DICOM na linguagem JAVA, é distribuída gratuitamente e atende as necessidades de manipulação de dados dos arquivos DICOM, ou seja, o estabelecimento da comunicação e a troca de mensagens entre as aplicações.

A plataforma de desenvolvimento JBoss Seam foi selecionada para o desenvolvimento da solução, em função de permitir a integração com diversas tecnologias e *frameworks* consolidados para a construção de aplicações Web robustas [Allen 2008]. O JBoss Seam é baseado no *framework* JSF (*Java Server Faces*) e por padrão provê suporte a AJAX (*Asynchronous Javascript And XML*) e RIA (*Rich Internet Application*), por meio do *framework* RichFaces [Allen 2008]. Para a construção da interface gráfica, a plataforma Jboss Seam utiliza como padrão a linguagem XHTML (*eXtensible Hypertext Markup Language*)³.

O IDE (*Integrated Development Environment*) que está sendo aplicado na implementação é o RHDS, o qual é baseado no IDE Eclipse, é totalmente integrado com o JBoss Seam e com o *JBoss Application Server*, oferecendo um editor visual de páginas XHTML e uma paleta de componentes RichFaces [RedHat 2009]. O RHDS também fornece um gerador rápido de projetos JBoss Seam, que gera toda a estrutura do projeto, incluindo arquivos de configurações e classes entidades a partir da base de dados.

³<http://www.w3.org/TR/xhtml1/>

No projeto optou-se por soluções Web, pois estas apresentam compatibilidade entre as diversas plataformas de *hardware* e de sistemas operacionais, podendo ser executadas a partir de *browsers*.

Outra importante característica do modelo consiste na análise de desempenho e disponibilidade do sistema, pois esse fator é primordial para que se possa estabelecer combinações entre taxa de transmissão e tecnologias disponíveis para cada cliente. Nesse contexto, foi definido um modelo experimental para realizar avaliações comparativas de desempenho, combinando atributos que possuem influência direta em situações reais de aplicação, tais como tamanho da carga de dados, tecnologias de rede, compactação e criptografia dos dados. A análise dos resultados permitirá gerar distintas combinações de configurações, podendo-se optar pela melhor alternativa em função do ambiente tecnológico disponível.

A solução computacional apresentada permitirá o acesso remoto e organizado aos dados e exames de pacientes, buscando garantir a segurança e a integridade dos dados transmitidos, bem como possibilitar a ampliação da aplicabilidade do modelo para outros nichos da área médica. As próximas etapas do trabalho consistem na conclusão da implementação do modelo, realização dos experimentos, avaliação dos resultados e validação da solução por meio de reuniões com especialistas das áreas médica e computacional.

4. Considerações Finais

Neste trabalho foi apresentado um modelo computacional para possibilitar a aquisição, o gerenciamento, o armazenamento e a transmissão de exames médicos baseados no protocolo DICOM, de modo seguro por meio da Internet. Esta solução visa garantir a segurança do acesso remoto a exames médicos, a integridade dos dados dos pacientes, bem como possibilitar a ampliação da sua aplicabilidade, podendo ser futuramente estendida para equipamentos móveis, tais como PALMs e celulares. Dentro desse contexto, o principal objetivo deste trabalho é contribuir para a consolidação da linha de pesquisa em Telemedicina, realizadas pela parceria entre o LABI e a UNICAMP. Neste sentido, a solução apresentada faz parte do projeto de construção de um portal Web, o qual disponibilizará a médicos e especialistas as funcionalidades direcionadas ao acompanhamento remoto de pacientes, com a possibilidade de acompanhamento em tempo real da realização de exames e experimentos.

Referências

- ACR-NEMA (2006). *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)*. Rosslyn, Virginia - USA.
- Allen, D. (2008). *SEAM in Action*. Manning Publications Co., Greenwich, CT, USA.
- Badboy (2009). Badboy software documentation. Acesso em 10/08/2009. Disponível em URL:<http://www.badboysoftware.biz/docs>.
- Bueno, M. A. F., Machado, R. B., Lee, H. D., Wu, F. C., Fagundes, J. J., and Góes, J. R. N. (2004). Conferência multimídia em experimentos médicos. *I WorkComp Sul*.
- Caritá, E. C. (2006). Sistema de gerenciamento de imagens para ambiente hospitalar com suporte à recuperação de imagens baseada em conteúdo. Master's thesis, Universidade de São Paulo.

- Carter, G. (2009). *LDAP - Administração de Sistemas*. Alta Books, Rio de Janeiro - Brasil.
- de Faria, B. M. (2003). e-cath: um sistema de telemedicina para hemodinâmicas utilizando redes de baixas velocidades. Master's thesis, Universidade Federal de Minas Gerais.
- de Figueiredo, J. C. B., Furuie, S. S., Gutierrez, M. A., Motta, G. H. M. B., and Moreno, R. A. (2002). Sistema compacto para armazenamento e distribuição de imagens médicas em ambientes clínico-hospitalares. *VIII Congresso Brasileiro de Informática em Saúde*.
- dos Santos, M. and Ruiz, E. E. S. (2006). Distribuição de imagens médicas via web: um servidor e cliente dicom. *Exacta*, 4(1):105–112.
- Filho, O. M. and Neto, H. V. (1999). *Processamento Digital de Imagens*. Brasport, Rio de Janeiro - Brasil.
- Forouzan, B. A. (2006). *Comunicação de Dados e Redes de Computadores*. Bookman, Porto Alegre - Brasil, 3th edition.
- Franco, D. L., da Silva, L. D., Silva, A. C., and Filho, G. C. (2006). Iwa - sistema de comunicação e armazenamento de imagem (pacs) usando a tecnologia de grade computacional: Protótipo inicial. *X Congresso Brasileiro de Informática em Saúde*.
- Henry F. Korth, A. S. (1995). *Sistema de Banco de Dados*. Makron Books, São Paulo - Brasil, 2th edition.
- JMeter (2009). Apache jmeter user's manual. Acesso em 10/08/2009. Disponível em URL:<http://jakarta.apache.org/jmeter/usermanual/index.html>.
- Maciel, J. N. (2005). Protótipo de conferência multimídia e transmissão de dados de experimentos médicos em tempo real pela web.
- Neitzel, N., Machado, R. B., Lee, H. D., Wu, F. C., Maciel, J. N., and Fagundes, J. J. (2008). Proposta de uma aplicação computacional para a aquisição e gerenciamento de exames médicos aplicando o padrão dicom. *III Congresso da Academia Trinacional de Ciências*.
- P. J. Deitel, H. M. D. (2003). *Java: Como Programar*. Bookman, Porto Alegre - Brasil, 4th edition.
- Pianykh, O. S. (2008). *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM)*. Springer, Boston - USA.
- RedHat (2009). Jboss developer studio. Acesso em 15/08/2009. Disponível em <http://www.br.redhat.com/developers/studio/>.
- Tanenbaum, A. S. (2003). *Redes de Computadores*. Campus, Rio de Janeiro - Brasil, 4th edition.
- Urtiga, K. S., Takizawa, K., Moreno, R. A., and Gutierrez, M. A. (2004). Mini-webpacs: Sistema compacto para armazenamento e distribuição de imagens médicas em ambientes clínico-hospitalares. *IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde*.
- Zeilinger, G. (2009). Dcm4che. Acesso em 06/08/2009. Disponível em URL:<http://www.dcm4che.org>.