

# Conferência Multimídia em Experimentos Médicos

Maikon A. F. Bueno<sup>1\*</sup>, Renato B. Machado<sup>1,4</sup>, Huei D. Lee<sup>1</sup>, Feng C. Wu<sup>1,2,3</sup>,  
João J. Fagundes<sup>2</sup>, Juvenal R. N. Góes<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Bioinformática - LABI  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE  
Caixa Postal 961, Foz do Iguaçu, Paraná, 85870-650

<sup>2</sup>Serviço de Coloproctologia da Faculdade de Ciências Médicas  
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

<sup>3</sup>Instituto de Tecnologia em Automação e Informática - ITAI  
Campus da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE  
Caixa Postal 1511, Foz do Iguaçu, Paraná, 85856-000

<sup>4</sup>Itaipu Binacional

labi@unioeste.br

**Abstract.** *The development of distributed applications technologies has permitted the construction of systems directed to processes optimization in several areas, such as applications security, electronic business and medicine. Within this context, the application of the Biomechanical Data Acquisition and Analysis System - SABI, developed to assist the performance of medical experiments, provided the identification of additional requirements, like the accompanying of these experiments through Internet, using voice and text in real time. This work presents a computational model with the objective of promoting a multimedia conference environment which may be used in another medical area applications.*

**Resumo.** *O desenvolvimento de tecnologias para aplicações distribuídas tem permitido a construção de sistemas direcionados à otimização de processos em diversas áreas, tais como segurança de aplicações, comércio eletrônico e medicina. Nesse contexto, a aplicação do Sistema de Aquisição e Análise de Dados Biomecânicos - SABI, um sistema desenvolvido para auxiliar a realização de experimentos médicos, permitiu a identificação de requisitos adicionais, como o acompanhamento em tempo real por meio de voz e texto utilizando a Internet. Este trabalho apresenta um modelo computacional com o objetivo de promover um ambiente para conferência multimídia motivado pelo SABI, mas que poderá ser empregado em outras aplicações da área médica.*

## 1. Introdução

O avanço das tecnologias de computação distribuída associado ao aumento de performance na transmissão de dados pela rede, têm motivado a aplicação desses recursos em

---

\*Bolsista do ITAI - Instituto de Tecnologia em Automação e Informática

diversas áreas. Como exemplo, a medicina constitui um grande nicho para o emprego dessas técnicas, cuja aplicabilidade pode variar desde a análise de moléculas para combate ao câncer, pesquisas na evolução da resistência de drogas contra a AIDS até o recente Projeto Genoma.

Dentro desse contexto, o LABI - Laboratório de Bioinformática da UNIOESTE, em conjunto com o Serviço de Coloproctologia da UNICAMP, desenvolveram o SABI - Sistema de Aquisição e Análise de Dados Biomecânicos, cujo intuito consiste em automatizar o processo de aquisição e análise de dados referentes aos ensaios biomecânicos realizados pelo teste Energia Total de Ruptura [Wu, 2003]. Uma das aplicações do SABI é o auxílio na análise da resistência biomecânica da alça cólica, na qual a quebra da integridade da parede pode acarretar em elevados índices de morbidade e mortalidade [Voltolini et al., 2003].

Com a finalidade de permitir a participação de pesquisadores de outras instituições nos experimentos realizados com o SABI, este trabalho tem como objetivo a especificação de um sistema para o acompanhamento em tempo real dos ensaios biomecânicos pela Internet.

Os pesquisadores remotos poderão interagir durante a realização de experimentos médicos por meio de comunicação por voz e mensagens texto em tempo real.

Desse modo, esse artigo apresenta, inicialmente, as tecnologias necessárias para a construção desse sistema de comunicação, destacando as principais características relevantes a este projeto. Em seguida, o modelo proposto para a solução decorrente da avaliação das tecnologias aplicáveis é apresentado, considerando a facilidade de expansão e generalização para outras aplicações. Finalmente, são discutidos os resultados da construção do sistema e a relevância desse projeto para a área médica.

## **2. Comunicação multimídia**

No atual contexto tecnológico, computadores têm sido produzidos com capacidades de processamento cada vez maiores. Esse fator estimula o crescente uso de aplicações multimídia, que estavam, inicialmente, vinculadas ao entretenimento e atualmente são utilizadas em diversas áreas.

O desenvolvimento de canais de comunicação mais velozes viabilizou a distribuição dessas aplicações, as quais demandam grande capacidade de processamento e taxas aceitáveis de transmissão para não comprometer a qualidade dos resultados.

Nesse sentido, aplicações como bibliotecas digitais de vídeo, telefonia sobre a Internet e videoconferência, são exemplos que congregam características de aplicações multimídia distribuídas [Couloris et al., 2001].

Dentre esses exemplos, a videoconferência está sendo amplamente utilizada em áreas como a medicina para prover serviços de estabelecimento de sessões multimídia para a comunicação em tempo real.

A elaboração de um sistema de comunicação em tempo real pela Internet é uma tarefa complexa, que envolve diversos fatores que influenciam na qualidade de serviço resultante desse processo.

Alguns fatores tais como qualidade, taxa de transmissão, tempo de atraso máximo, latência e fidelidade, formam parte de um conjunto de características que devem ser consideradas durante o projeto de um sistema em tempo real. Esse fato resulta na seleção de técnicas e serviços, com o objetivo de alcançar uma melhor qualidade no resultado, atendendo aos requisitos desejados pelas aplicações. As principais técnicas que podem ser aplicadas consistem em remoção de *jitter*<sup>1</sup> com a utilização de *play-out buffers*<sup>2</sup>, descarte de pacotes recebidos com atraso e utilização de *codecs*<sup>3</sup> variados [Wang, 2001]. Outro fator que deve ser considerado, são os protocolos de transporte dos dados a serem transmitidos [Tanenbaum, 1997].

### 3. Protocolos para o estabelecimento de sessões multimídia

O estabelecimento de sessões multimídia consiste na reserva de canais de comunicação para a transmissão de dados. Para isso, as partes envolvidas devem trocar informações, negociando os principais atributos envolvidos na comunicação, tais como reserva de portas, endereço remoto, tipo do dado suportado entre outros. Os protocolos H.323 [Union, 2000] e *Session Initiation Protocol - SIP* [Handley et al., 2002] fornecem serviços ou primitivas que auxiliam no estabelecimento dessas sessões multimídia. Esse trabalho apresenta o protocolo SIP, que foi adotado para essa solução.

O SIP é muito utilizado em aplicações de voz sobre IP (VoIP), e consiste em um protocolo de controle, localizado na camada de aplicação, que estabelece, modifica e termina sessões ou chamadas multimídias. Dentre as aplicações que utilizam esse protocolo podem ser incluídas conferências multimídia, aplicações de ensino à distância e telefonia sobre a Internet. Esse protocolo não é baseado em serviços, mas sim no provimento de primitivas que podem ser usadas para implementar diferentes serviços. O comportamento do protocolo SIP é descrito em termos de um conjunto de estágios de processamento independentes com um fraco acoplamento. Seu comportamento é descrito por meio de funções definidas em camadas para o propósito de apresentação [Handley et al., 1999].

A camada inferior do modelo SIP é responsável pela sua sintaxe e codificação. A segunda camada é a camada de transporte, que define como um cliente envia requisições e recebe respostas sobre a rede. A seguir está localizada a camada de transação, que combina as respostas com as respectivas requisições e trata eventos de *timeout*. Logo acima está a camada denominada *Transaction User (TU)*, responsável de fato por elaborar as requisições e tratar suas respostas [Handley et al., 2002].

A arquitetura SIP é baseada na arquitetura Cliente/Servidor, sendo composta pelas seguintes entidades (Figura 1):

- Agentes de usuário:
  - *User Agent Client (UAC)*: Entidade responsável pela realização de requisições e tratar as respectivas respostas.
  - *User Agent Server (UAS)*: Responde as requisições recebidas de UAC's.
- Servidores SIP:

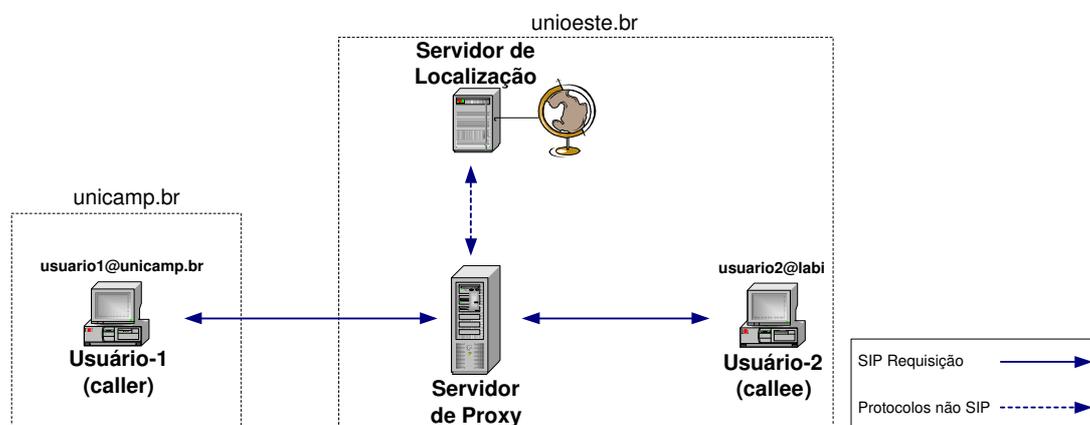
---

<sup>1</sup>Variação da latência.

<sup>2</sup>*Buffers* utilizados para armazenar os dados temporariamente na medida em que chegam.

<sup>3</sup>*Codec*: *Code/Decode*

- Servidor de *proxy*: Corresponde a uma entidade intermediária contendo tanto um UAC quanto UAS. Seu objetivo compreende o encaminhamento das requisições recebidas para os próximos servidores SIP ou terminais, que fazem parte do caminho até o destino (serviço de roteamento).
- Servidor de redirecionamento: Retorna ao requisitante (*caller*) o endereço do usuário requisitado (*callee*). Usualmente é utilizado, exclusivamente, o servidor de redirecionamento ou o servidor de *proxy*.
- Servidor de localização: Oferece o serviço de localização de um determinado usuário na rede.
- Servidor de registro (Registrar): Aceita requisições de registro permitindo usuários registrarem suas presenças. Pode estar localizado no mesmo meio físico de um servidor de *proxy* ou servidor de redirecionamento.



**Figura 1: SIP - Session Initiation Protocol.**

O protocolo SIP é, fundamentalmente, baseado em transações, que podem ser entendidas como uma requisição enviada de um cliente para um servidor e as posteriores respostas a essa requisição. A partir da troca inicial de mensagens, um diálogo pode ser constituído entre as duas partes. Após o diálogo, as partes envolvidas podem estabelecer uma sessão multimídia, que pode ser entendida como um conjunto de emissores e receptores multimídia e *streams* de dados fluindo entre eles [Handley and Jacobson, 1998].

As mensagens trocadas durante o processo de sinalização do protocolo são baseadas em texto, sendo a estrutura e a sintaxe das mensagens geradas similares ao XML. Essa característica facilita sua implementação [Handley et al., 2002]. Durante o processo de sinalização, antes do estabelecimento da sessão, os formatos de dados multimídia suportados por ambas as partes são especificados por meio do protocolo de descrição de sessão (*Session Description Protocol* - SDP).

As entidades finais (*callers* e *callees*), na arquitetura SIP, são identificadas por um endereço SIP, também conhecido como SIP URI (*Uniform Resource Identifier*). Sua sintaxe é similar a um endereço de e-mail convencional, seguindo o formato *user@host*, na qual a parte *user* é o nome do usuário e *host* consiste no domínio ou endereço de rede da entidade.

#### 4. Protocolos de transporte

A comunicação multimídia por meio de redes envolve fatores determinantes de performance, como a utilização de protocolos específicos de transporte para esses dados. Nas arquiteturas de redes atuais, são utilizados dois protocolos clássicos para o transporte de dados, o *User Datagram Protocol* (UDP) e o *Transmission Control Protocol* (TCP) [Couloris et al., 2001] [Tanenbaum, 1997] [Postel, 1980]. Algumas características de ambos protocolos são apresentadas na Tabela 1.

UDP	Não orientado à conexão
	O pacote UDP é similar ao pacote IP
	Não garante a entrega dos pacotes, nem a ordenação
	Sem confirmação de recebimento dos dados por parte do receptor
	Ideal em casos em que a chegada de dados imediata é mais importante que a precisa (transmissão de voz e vídeo)
	Apresenta <i>checksum</i>
TCP	Orientado à conexão
	Entrega confiável dos pacotes
	Seqüenciamento dos dados para transmissão e controle de fluxo
	Retransmissão de dados
	<i>Buffering</i> dos seguimentos recebidos
	Apresenta <i>checksum</i>

**Tabela 1: Características dos protocolos da camada de transporte.**

Entretanto, esses protocolos de transporte não cobrem características necessárias para uma qualidade aceitável na comunicação multimídia em rede. Algumas dessas características são a garantia da chegada em ordem dos dados, o tratamento de erros específico para dados multimídia, a sincronização e o porte do tipo de dado que está sendo transmitido. Para prover essas características, são utilizados os protocolos *Real Time Protocol* (RTP) e o *Real Time Control Protocol* (RTCP).

O RTP é um protocolo utilizado para o transporte de dados em tempo real. Devido às suas características, seu emprego é, normalmente, mais focado no transporte de dados multimídia, podendo também ser aplicado a outros tipos de dados [Schulzrinne et al., 2003]. Suas principais características são: definição do formato do dado, especificação da seqüência do pacote (para que a aplicação receptora possa reordenar os dados caso cheguem desordenados) e especificação do tempo exato da geração do dado (para efeito de sincronização, no caso de tipos de dados diferentes serem transmitidos simultaneamente). O protocolo RTP não provê nenhum mecanismo para assegurar a entrega dos dados no tempo previsto, e também não oferece garantias de qualidade de serviço, deixando essas responsabilidades a cargo das camadas subjacentes [Schulzrinne et al., 2003].

Com o intuito de monitorar a qualidade de serviço e prover informações mínimas de controle de sessão, o RTP é utilizado em conjunto com o protocolo RTCP, que oferece serviços como monitoramento de entrega de dados e provê informações sobre os participantes da sessão.

## 5. Projeto e Arquitetura da Solução

O sistema deve fornecer meios para o estabelecimento de sessões multimídia, de modo a subsidiar o controle do andamento dos experimentos pelos pesquisadores. Motivada pela necessidade de interação em tempo real entre os pesquisadores, a aplicação deverá prover a comunicação com qualidade por voz e texto entre os participantes.

A solução proposta é baseada na arquitetura cliente-servidor, possuindo duas aplicações distintas.

### 5.1. Servidor

A aplicação servidora multimídia é composta pelo *Registrar* e pelo *Proxy*, os quais são elementos essenciais da arquitetura SIP para o estabelecimento de conexões e encaminhamento de mensagens.

Para a aplicação servidora, foi utilizado o software JAIN-SIP *Proxy*, de livre distribuição, desenvolvido pela *National Institute Standards and Technology* - NIST [NIST, 2004]. Esse software provê as funções de um servidor de *Proxy* e *Registrar* da arquitetura SIP, atendendo plenamente às funcionalidades desejadas para a aplicação servidora.

Um de seus serviços consiste no registro dos clientes da arquitetura SIP. Cada cliente novo que deseje participar de uma conferência de áudio, assim como o *chat* via texto, deve enviar, inicialmente, uma requisição de registro à aplicação servidora que avalia o pedido e retorna uma resposta ao cliente informando se aceita ou não sua requisição de registro. Outro serviço provido pelo JAIN-SIP *Proxy* é o de roteamento das mensagens entre os clientes registrados.

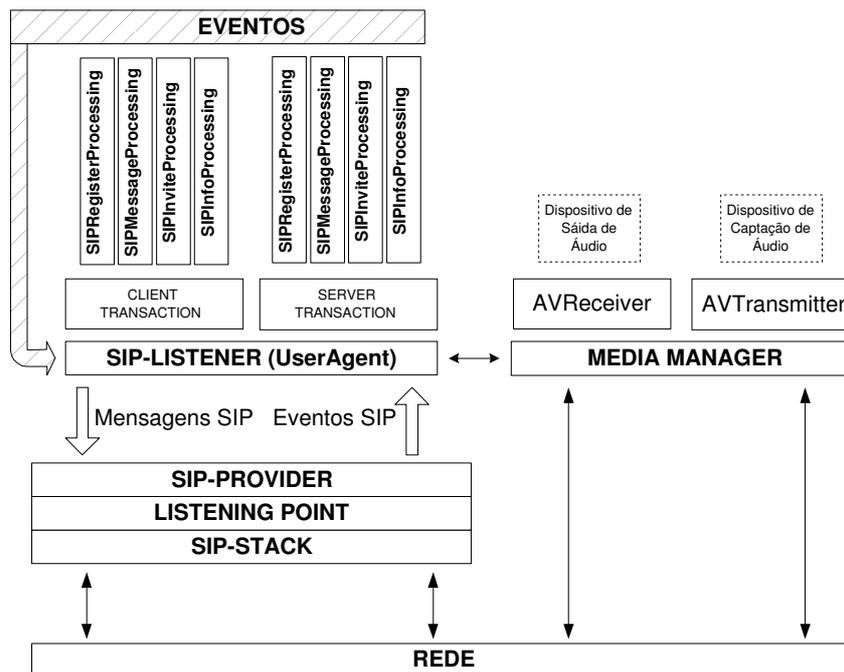
### 5.2. Cliente

Para a construção da aplicação cliente, a Sun [Sun, 2004] possui a interface padronizada JAIN SIP versão 2, de livre distribuição, que é utilizada por várias aplicações de videoconferência, e atende integralmente à especificação do SIP [Handley et al., 2002].

O pacote JAIN SIP possui métodos para formatar, enviar e receber mensagens SIP, implementar eventos que são disparados na chegada de novas mensagens assim como em *timeouts*, além de fornecer suporte para diálogos e transações.

A aplicação cliente, envia, inicialmente, uma requisição de registro ao servidor e aguarda pela resposta de sua aceitação. Caso seja positiva, o cliente envia uma nova mensagem requisitando os usuários que já estão conectados ao servidor. Havendo somente dois usuários, o cliente envia uma requisição de convite ao outro usuário com o propósito de estabelecimento de uma sessão multimídia. Se há um número superior a dois usuários conectados, provavelmente os dois primeiros já estabeleceram uma sessão entre si, desse modo não é enviada a requisição de convite aos demais participantes. Do mesmo modo, se apenas um usuário estiver conectado, esse corresponde ao próprio cliente, e não é enviada nenhuma requisição de estabelecimento de sessão multimídia. Sendo assim, somente é estabelecida uma sessão multimídia entre dois usuários.

Toda a arquitetura, envolvendo o protocolo SIP e os componentes compreendidos no processamento e transmissão dos dados multimídia, é baseada em eventos. O modelo da arquitetura cliente, contendo seus principais componentes, é apresentado na Figura 2.



**Figura 2: Arquitetura da aplicação cliente multimídia.**

No lado esquerdo da Figura 2, estão os principais componentes da arquitetura da aplicação ligados ao controle de requisições e respostas SIP. No nível mais baixo, está localizado o SIP-STACK, provido pela própria biblioteca JAIN-SIP, para a criação de *Listening Points* e *SIP Providers*, os quais obrigam um único objeto SIP-STACK por endereço IP.

A partir do SIP-STACK, é possível criar o LISTENING-POINT que, obrigatoriamente, é ligado a uma porta e um protocolo de transporte específico, o qual é associado ao SIP-PROVIDER para recebimento e envio de mensagens. O SIP-PROVIDER consiste no elemento responsável pelo controle transacional, recebimento, envio e encaminhamento das mensagens ao SIP-LISTENER, que trata as mensagens recebidas. Na arquitetura da aplicação desenvolvida, o SIP-LISTENER consiste em uma interface implementada pelo componente *User Agent*.

Quando uma mensagem é recebida pelo componente SIP-PROVIDER, é encaminhada ao *User Agent* que implementa a interface SIP-LISTENER. A arquitetura da solução implementa um componente de tratamento para cada tipo de mensagem. Caso a mensagem recebida seja uma requisição, o evento gerado pelo SIP-PROVIDER retorna um componente *Server Transaction*, o qual é responsável por controlar as mensagens de requisição. A mensagem recebida é então classificada entre os métodos implementados, e encaminhada, juntamente com seu *Server Transaction*, para o método responsável por processar aquela mensagem. Caso a mensagem recebida seja uma resposta a alguma requisição, segue-se o mesmo processo anterior, com a diferença de que a mensagem é encaminhada ao seu componente de tratamento juntamente com um *Client Transaction*, responsável pelo controle de respostas.

Quando um INVITE é enviado para um outro cliente, e esse responde com um

INVITE OK, é gerado um evento no componente MEDIA MANAGER, e a partir do conteúdo dos pacotes SDP (*Session Description Protocol*) trocados entre os clientes, é estabelecida uma sessão multimídia entre os dois pontos. Nesse momento os clientes iniciam a transmissão e recepção de sinais de áudio por meio do *AVTransmitter* e *AVReceiver*, respectivamente.

As mensagens texto são enviadas por meio de requisições MESSAGE, e seguem a mesma seqüência de tratamento das outras requisições. O canal de comunicação utilizado para a transmissão dessas mensagens, consiste no mesmo canal utilizado para a transmissão das mensagens SIP usuais. Desse modo, para a comunicação por meio de mensagens texto, é necessário que o emissor tenha a URI do receptor da mensagem. A URI de todos os participantes conectados são transmitidas pelo servidor aos novos clientes que se registram. No caso dos clientes já conectados, esses permanecem enviando, continuamente, ao servidor requisições dos endereços de novos clientes conectados. Assim, todos os clientes têm os endereços dos demais clientes conectados, podendo comunicar-se entre si.

## 6. Discussão e resultados

Dentre as possibilidades de tecnologias aplicáveis ao estabelecimento de sessões multimídia, estão os protocolos H.323 e SIP. Para a determinação da tecnologia aplicável à solução foram explorados os aspectos de atendimento às necessidades da aplicação desenvolvida, complexidade de entendimento e implementação, tempo hipotético demandado para implementação, disponibilidade de bibliotecas ou pacotes gratuitos para implementação e disponibilidade de documentação de cada um dos protocolos.

Características	H.323	SIP
Atendimento às necessidades	Atende	Atende
Complexidade de entendimento	Complexo	Simple
Complexidade de implementação	Complexo	Simple
Tempo hipotético de implementação	Alto	Médio
Disponibilidade de bibliotecas livres	Uma para C++	Duas para Java
Disponibilidade de documentação	Sim	Sim

**Tabela 2: Características de comparação entre os protocolos SIP e H.323.**

Os resultados da avaliação, como apresentados na Tabela 2, indicaram a escolha do protocolo SIP para implementação da solução, conseqüência do atendimento a todas as características necessárias à aplicação, e também ao baixo custo demandado para a implementação, em termos de tempo e complexidade.

Em virtude disso, a linguagem Java foi a melhor opção pela existência de pacotes padronizados disponibilizados por essa linguagem para o protocolo SIP, além de possuir um melhor nível de segurança e portabilidade [Sun, 2004].

O protocolo de transporte foi avaliado em virtude da necessidade de chegada imediata dos dados aos destinatários e o nível de precisão exigido.

O protocolo de transporte orientado à conexão TCP implementa controles como detecção e correção de erros, reenvio de pacotes e ordenamento dos dados na chegada

[Tanenbaum, 1997]. Essas características tornam o processo de comunicação lento, em virtude de grandes quantidades de dados transmitidos sobre uma rede não confiável. Para aplicações de tempo real, a chegada imediata dos dados é, normalmente, mais importante que sua precisão, principalmente para dados multimídia.

Desse modo, devido à sua performance, o protocolo de transporte UDP tornou-se a opção escolhida, uma vez que não trata erros, não reenvia pacotes e não ordena os dados recebidos [Postel, 1980]. Essas características, se necessárias, devem ser providas pela camada de aplicação. Juntamente com o UDP, os protocolos RTP e RTCP são utilizados para o transporte dos dados multimídia, provendo as características não encontradas nos protocolos da camada de transporte.

O protocolo SIP atendeu todas as necessidades da aplicação por meio da implementação de quatro de seus métodos, a qual foi facilitada pelo pacote fornecido para a linguagem Java (JAIN SIP). Algumas dessas implementações como o *Registrar* e o *Proxy* são de livre distribuição, desse modo foram utilizados pelo projeto pois proviam as necessidades requeridas pela aplicação.

A integração das tecnologias descritas anteriormente possibilitou o alcance de uma solução modular, que atendeu às expectativas conforme os resultados obtidos, fornecendo uma boa qualidade de voz, com um baixo atraso na transmissão dos sinais.

É possível ainda acrescentar outras mídias, tal como a transferência de sinais de vídeo, sem ser necessária a alteração da estrutura implementada. Isso se deve às características do protocolo SIP, as quais foram essenciais para implementação desse módulo.

A aplicação permite também escolher qual o *codec* mais adequado para a utilização, possibilitando ao usuário determinar uma melhor escolha considerando qualidade e taxa de transferência.

O modelo implementado mostrou-se compatível aos requisitos definidos, e a comunicação multimídia apresentou bons índices de qualidade de serviço. Desse modo, a aplicação dessa solução ao SABI, permitirá que pesquisadores possam acompanhar em tempo real os experimentos, interagindo por meio de voz e texto [Bueno, 2004].

Além do SABI, o modelo concebido permite que seja facilmente extensível a áreas e aplicações similares, fornecendo um ambiente para a comunicação multimídia de texto e voz em tempo real, seguindo as premissas de qualidade serviço.

## **7. Considerações finais**

O estudo de diversas tecnologias que podem, potencialmente, ser utilizadas na comunicação multimídia, possibilitou o alcance de uma solução modular e expansível. Essa solução a ser empregada para o acompanhamento de experimentos, pode facilmente ser estendida a outras aplicações de grande relevância à área médica, como acompanhamento remoto de pacientes.

Alguns trabalhos futuros podem ser citados, tais como integração final desse projeto com o SABI, comunicação multimídia multisessão (entre três ou mais usuários simultaneamente), realização de testes e incorporação de funcionalidades para transmissão de dados a partir de equipamentos disponíveis em unidades hospitalares, tais como UTI,

centro cirúrgico, radiologia e diagnóstico por imagem entre outros.

## Referências

- Bueno, M. A. F. (2004). *Transmissão Segura de Dados em Tempo Real pela Web*. Monografia de Conclusão de Curso. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.
- Coulouris, G., Dollimore, J., and Kindberg, T. (2001). *Distributed Systems - Concepts and Design*. Addison Wesley, 5 edition.
- Handley, M. and Jacobson, V. (1998). *SDP: Session Description Protocol*. Audio/Video Transport Working Group. Internet RFC 2327.
- Handley, M., Schulzrinne, H., Schooler, E., and Rosenberg, J. (1999). *SIP: Session Initiation Protocol*. Audio/Video Transport Working Group. Internet RFC 2543.
- Handley, M., Schulzrinne, H., Schooler, E., and Rosenberg, J. (2002). *SIP: Session Initiation Protocol*. Audio/Video Transport Working Group. Internet RFC 3261.
- NIST (2004). *Projeto IP telephony / voip*: <https://jain-sip-presence-proxy.dev.java.net>. Último acesso em 01/2004.
- Postel, J. (1980). *User Datagram Protocol*. Internet RFC 768.
- Schulzrinne, H., Casner, S., Frederick, R., and Jacobson, V. (2003). *A Transport Protocol for Real-Time Applications*. Audio/Video Transport Working Group. Internet RFC 3550.
- Sun (2004). *Java Technology*: <http://java.sun.com>. Último acesso em 01/2004.
- Tanenbaum, A. S. (1997). *Redes de Computadores*. Editora Campus, 3 edition.
- Union, I. T. (2000). *ITU-T Recommendation H.323: Packet-based multimedia communications systems*.
- Voltolini, R. F., Metz, J., Machado, R. B., Lee, H. D., Wu, F. C., Fagundes, J. J., and Góes, J. R. N. (2003). SABI 2.0: Um Sistema Para a Realização de Testes Biomecânicos em Material Viscoelástico Não Lineares. In *Proceedings of The Fourth Congress of Logic Applied to Technology*, Marília, SP.
- Wang, Z. (2001). *Internet QoS - Architectures and Mechanisms for Quality of Service*. Morgan Kaufmann Publishers.
- Wu, F. C. (2003). *Ação da concentração de oxigênio em cicatrização cólica comprometida ou não por isquemia: trabalho experimental em ratos*. PhD thesis, UNICAMP, Campinas.