

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

DOUGLAS RIBEIRO FIDELIS

**COMUNICAÇÃO POR VIDEOCONFERÊNCIA VIA INTERNET COM TAXA
DE BITS REDUZIDA**

CRICIÚMA, DEZEMBRO DE 2006.

DOUGLAS RIBEIRO FIDELIS

**COMUNICAÇÃO POR VIDEOCONFERÊNCIA VIA INTERNET COM TAXA
DE BITS REDUZIDA**

Trabalho de Conclusão de Curso para obtenção
do grau de Bacharel em Ciência da
Computação da Universidade do Extremo Sul
Catarinense.

Orientador: Prof. M.Eng. Evânio Ramos
Nicoleit

Co-Orientador: Prof. M.Sc. Paulo João
Martins

CRICIÚMA, DEZEMBRO DE 2006.

Douglas Ribeiro Fidelis

**COMUNICAÇÃO POR VIDEOCONFERÊNCIA VIA INTERNET COM TAXA
DE BITS REDUZIDA**

Submetido ao corpo docente do Departamento de Ciência da Computação da Universidade do Extremo Sul Catarinense como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Ciência da Computação.

Prof. M.Sc. Ana Cláudia Garcia Barbosa
Coordenadora do Curso de Ciência da Computação

Banca Examinadora:

Prof. M.Eng. Evânio Ramos Nicoleit (UNESC)
Orientador

Prof. M.Sc. Paulo João Martins (UNESC)
Co-Orientador

Prof. M.Sc. Rogério Antônio Casagrande (UNESC)

Prof. Esp. Vilson Gruber (SATC)

Dedico este trabalho aos meus pais, pelo respeito, confiança e amor que sentem por mim, sem eles nada disso seria possível.

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

A Deus, pois acredito que graças a ele tive todas as condições necessárias para realizar este trabalho, com o apoio de toda a minha família e amigos desde que inicie esta fase da minha vida.

Aos meus pais, que sempre incentivaram a continuação dos meus estudos, me deram todo o apoio para que eu pudesse concluir este curso de graduação e que acima de tudo, me deram o amor e confiança que me fez desejar cumprir meus objetivos e demonstrar a eles o quanto sou grato por todos os seus esforços.

A minha irmã e sua família por toda ajuda que me deram, que com certeza foi fundamental na minha vida.

Aos meus amigos, que fizeram desse período da minha vida, o melhor, em todos os sentidos, muito obrigado pela amizade e apoio durante todo esse tempo.

Ao meu orientador Evânio Ramos Nicoleit e meu co-orientador Paulo João Martins pela paciência e atenção que tiveram durante a realização deste trabalho e também pela amizade durante todo o curso de graduação.

A todos, que mesmo sem terem sido lembrados aqui, mas que participaram da minha vida, muito obrigado.

“A mente que se abre a uma nova idéia,
jamais voltará ao seu tamanho original.”

Albert Einstein

RESUMO

Atualmente, a partir de ferramentas disponíveis na plataforma *web*, pode-se transmitir áudio, vídeo e dados em tempo real para aplicações como Educação a Distância (EaD) e a Telemedicina. Este trabalho descreve o desenvolvimento e a implementação de um projeto de adequação dos componentes necessários a um sistema de videoconferência via internet com taxa de bits reduzida a partir da evolução de alguns sistemas de código aberto. O projeto é baseado nos sistemas *OpenH323* e *OpenPhone*. O sistema de referência, baseado na Recomendação H.323, contém os componentes MCU (*Multipoint Control Unit*) e *Gatekeeper*, que gerenciam todo o fluxo de dados da conferência, conduzindo a uma sobrecarga computacional e de taxa de bits no sistema. Nas aplicações de videoconferência multi-usuários, o sistema de referência consome uma largura de banda proibitiva, uma vez que todos os usuários recebem e transmitem vídeo e voz simultaneamente. O sistema proposto contorna estes inconvenientes e viabiliza a realização de uma videoconferência multi-usuários com taxa de *bits* reduzida por meio da implementação de mecanismos de gerência das permissões de envio e recebimento das informações de áudio e vídeo na aplicação sobre os usuários registrados. A validação do sistema proposto foi alcançada por meio de execução de vários testes experimentais com múltiplos usuários.

Palavras-chave: H.323, OpenMCU, Videoconferência, Gatekeeper.

ABSTRACT

Now a days, starting from available tools in the web platform, it can be transmitted audio, video and data in real time for applications as Distance Education and Telemedicine. This work describes the development and the implementation of an adaptation project for necessary components to a videoconference system through internet with low bitrate starting from open source code systems. The project is based on the OpenH323 and OpenPhone systems. The reference system, based on the H.323 Recommendation, contains the components MCU (Multipoint Control Unit) and Gatekeeper, that manage the whole data flow of the conference, leading to a computational and a bitrate overload in the system. In the multi-users' videoconference applications, the reference system consumes a prohibitive bitrate range, once all of the users receive and transmit video and voice simultaneously. The proposed system outlines these inconveniences and it makes possible a multi-users' videoconference accomplishment with reduced bitrate through the implementation of management engines of sending and receiving permissions of audio and video information in the application on registered users. The validation of the proposed system was reached through execution of several experimental tests with several users.

Keywords: H.323, OpenMCU, Videoconference, Gatekeeper.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Modelo OSIxModelo TCP/IP	30
Figura 2. Família TCP/IP	31
Figura 3. Funções da ferramenta Gatekeeper	36
Figura 4. Esquemas de comunicação com o MCU	37
Figura 5. Diagrama de Caso de Uso do Esquema Proposto.....	43
Figura 6. Fluxo de dados de uma sessão com MCU <i>server</i>	43
Figura 7. Fluxo de dados após alterações do MCU e OpenPhone.....	45
Figura 8. OpenPhone – Lista de usuários (canto direito).....	46
Figura 9. <i>OpenPhone</i> – Botão para requisição da permissão de fala.....	46
Figura 10. Requisição inativa durante o uso de outro usuário	47

LISTA DE SIGLAS

ADC	<i>Conversor Analógico-Digital</i>
CIF	<i>Common Intermediate Format</i>
CODEC	<i>Codificador / decodificador</i>
CS-ACELP	<i>Conjugate Structure Algebraic Code Excited Linear Prediction</i>
DAC	<i>Conversor Digital-Analógico</i>
DNS	<i>Domain Server Name</i>
EaD	<i>Educação à Distância</i>
GNU	<i>General Public License</i>
IES	<i>Instituições de Ensino Superior</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
ISDN	<i>Integrated Digital Network</i>
MC	<i>Controladores Multiponto</i>
MCU	<i>Multipoint Control Unit</i>
MP	<i>Processadores Multiponto</i>
PCM	<i>Pulse Code Modulation</i>
QCIF	<i>Quarter Common Intermediate Format</i>
RFC	<i>Request for Comments</i>
RTP	<i>Real Time Protocol</i>
RTPC	<i>Rede de Telefonia Pública Comutada</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
TIC	<i>Tecnologias de Informação e Comunicação</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
VOIP	<i>Voice Over Internet Protocol</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 OBJETIVO GERAL.....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.3 JUSTIFICATIVA.....	16
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2 APLICAÇÕES MULTIMÍDIA	19
2.1 TELECONFERÊNCIA	19
2.2 AUDIOCONFERÊNCIA	19
2.3 VIDEOCONFERÊNCIA.....	20
2.4 TRANSMISSÕES MULTIMÍDIA	21
2.4.1 Transmissão Unicast.....	21
2.4.2 Transmissão Broadcast	21
2.4.3 Transmissão Multicast	22
2.5 MODOS DE COMUNICAÇÃO MULTIMÍDIA	22
2.5.1 Aplicações Bidirecionais Ponto-a-Ponto	22
2.5.2 Aplicações Bidirecionais Ponto-Multiponto	22
2.5.3 Aplicações Unidirecionais Ponto-a-Ponto.....	23
2.5.4 Aplicações Unidirecionais Ponto-Multiponto	23
2.6 COMPONENTES MULTIMÍDIA PARA VIDEO CONFERÊNCIA.....	24
2.6.1 Vídeo	24
2.6.2 Áudio.....	25
2.6.3 Largura de Banda Disponível	26
2.6.4 Compressão de Dados	26
2.6.5 Compressão de Áudio.....	27
2.6.6 Compressão de Vídeo	28
2.7 PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO	29
2.7.1 TCP/IP	30
2.7.2 UDP	32
2.7.3 RTP/RTCP.....	32
2.8 RECOMENDAÇÃO H.323	33
2.8.1 GateKeeper	35
2.8.2 MCU.....	36
2.8.3 Multipoint Controller (MC).....	37
2.8.4 Multipoint Processor (MP).....	38
2.8.5 Gateways.....	38
2.8.6 Terminais	39
2.9 TRABALHOS CORRELATOS	39
3 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS	41
3.1 SISTEMA PROPOSTO DE VÍDEOCONFERÊNCIA COM REDUÇÃO DA TAXA DE BITS UTILIZADA	42
3.2 INFRA-ESTRUTURA UTILIZADA.....	49
3.3 SISTEMA PROPOSTO.....	49
3.4 TESTES DE VALIDAÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO.....	50
3.5 DIFICULDADES ENCONTRADAS	52

4 CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS.....	56

1 INTRODUÇÃO

À medida que os tempos avançam, busca-se por sistemas de comunicação cada vez mais rápidos, eficientes e de baixo custo. A transmissão de voz e imagem já é realidade há muito por meio da tecnologia analógica. Hoje, porém, o desenvolvimento de tecnologias para a transmissão e comunicação digital de áudio e vídeo vem se inserindo de forma crescente nos mais diversos ramos da sociedade.

A informática, juntamente com a tecnologia de telecomunicações, tem exercido papel fundamental nestes últimos tempos. Com o surgimento da Internet, uma das áreas da informática que mais tem progredido nestes últimos anos tem sido a de redes de computadores.

As possibilidades que se apresentam com o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) têm contribuído para o crescimento e a aceitação de alguns domínios de aplicação como a modalidade de Educação a Distância¹ (EaD) nas Instituições de Ensino Superior (IES) e a Informática Médica e a Telemedicina² na área de atenção à saúde.

Nos dias de hoje, a Educação a Distância vem desempenhando um papel importante e promissor nas instituições de ensino. A evolução da Educação a Distância (EaD) possui uma forte relação com a evolução das tecnologias de informação e

¹ O Ministério da Educação e Cultura – MEC, através do Decreto nº 2494/98, em seu artigo primeiro, oferece a seguinte definição oficial para EaD:

A EaD é uma forma de ensino que possibilita a auto-aprendizagem, com a mediação de recursos didáticos sistematicamente organizados, apresentados em diferentes suportes de informação, utilizados isoladamente ou combinados, e veiculados pelos diversos meios de comunicação.

² A Telemedicina trata do uso das modernas tecnologias da informação e telecomunicações, utilizadas à distância, para a melhoria da atenção a saúde. A Informática Médica é conhecida como um campo de estudo e desenvolvimento de métodos relacionados à vasta gama de recursos que podem ser aplicados a partir do armazenamento, recuperação e uso da informação e do conhecimento biomédicos e de saúde, obtido através da investigação científica, para resolução de problemas e auxílio na tomada de decisão nas ações de atenção à saúde. Seu domínio de aplicação está na intersecção das áreas da medicina (ou saúde) com as áreas da informática.

comunicação, visto que este é um fator determinante da eficácia do processo ensino/aprendizagem à distância. Contudo, há necessidade da adequação das ferramentas tecnológicas para interação síncrona e assíncrona onde os participantes compartilhem o mesmo espaço/tempo e utilizem de forma conjunta recursos de texto, imagens, áudio e vídeo.

A Informática Médica e a Telemedicina visam melhorar a qualidade de atendimento aos usuários dos serviços de saúde. As TIC's são consideradas veículos para potencializar as ações desejadas. Por exemplo, uma ferramenta de videoconferência pode prover a médicos de diferentes localidades condições de examinarem uma mesma imagem de exame em seus computadores.

Porém, nota-se a ausência ou inadequação de várias ferramentas para interação síncrona entre participantes que compartilham o mesmo espaço/tempo, e utilizam os recursos de imagens, áudio e vídeo digital.

Este trabalho descreve o desenvolvimento e a implementação de um projeto de adequação para os componentes necessários a um sistema de videoconferência multi-usuários via internet com taxa de bits reduzida a partir da evolução de alguns sistemas de código aberto. São analisados os componentes necessários para uma videoconferência via rede bem como recursos de rede, hardware e software. O projeto é baseado nos sistemas *OpenH323* e *OpenPhone*.

A implementação é alcançada a partir da adequação do *Multipoint Control Unit*³ (MCU) e dos respectivos terminais de aplicação, por meio das tecnologias de interconexão e protocolos de rede disponíveis para realização de sessões de videoconferência.

³ MCU - componente que é responsável pelo controle do fluxo de envio e recebimento dos dados de sessões de videoconferência

O sistema proposto viabiliza a realização de uma videoconferência multi-usuários com taxa de bits reduzida por meio da implementação de mecanismos de gerência das permissões de envio e recebimento das informações de áudio e vídeo na aplicação sobre os usuários registrados.

Os resultados obtidos com codificadores e componentes associados à videoconferência são apresentados e discutidos. Para a realização dos testes de implementação foi utilizada a infra-estrutura de rede do laboratório do Grupo de Pesquisas em informática Médica e Telemedicina – Projeto Kiron – da UNESC e demais Laboratórios de Informática da Unesc em geral.

O objetivo desta pesquisa é definir e implementar políticas de concessão de controle sobre envio e recebimento de informações, visando a redução de consumo de banda nas comunicações por videoconferência via internet. Com isso, pode-se aplicar soluções de videoconferência para várias áreas, como por exemplo o uso em EaD e Telemedicina.

1.1 OBJETIVO GERAL

Implementar um Sistema Cliente/Servidor (*Terminal Client/MCU Server*) para videoconferência sobre IP utilizando Esquemas de Código Aberto para Codificação e Transmissão.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos dessa pesquisa são:

- a) avaliar os esquemas e padrões de código aberto para codificação de áudio e vídeo digital disponíveis;

- b) analisar as características de áudio e vídeo no que diz respeito à taxa de bits transmissão, qualidade, atraso e número de usuários;
- c) implementar um sistema de videoconferência utilizando esquemas e padrões de código aberto para codificação e transmissão sobre IP para dois e múltiplos usuários;
- d) validar a implementação do Sistema Proposto de videoconferência para dois e múltiplos usuários: características e possibilidades.

1.3 JUSTIFICATIVA

A Internet pode ser utilizada para o compartilhamento de informações, não importando onde o usuário esteja localizado. Em qualquer lugar do mundo você pode ter acesso a todo tipo de informação. A rápida evolução das telecomunicações proporciona ferramentas de comunicação que são cada vez mais de interesse de importantes centros de pesquisa. Dentre estas ferramentas podem ser citados os sistemas de voz e vídeo sobre IP (Internet Protocol).

Videofonia e videoconferência são áreas recentes de pesquisa e desenvolvimento por pesquisadores no mundo inteiro. Isto tende a acarretar um grande impacto num futuro próximo. Estes recursos podem vir a ser agregados a questões educacionais, como ambientes virtuais de aprendizagem, e em outras áreas de atuação como a de atenção a saúde com conferências médicas, apoio ao diagnóstico à distância, dentre outras.

A videoconferência possibilita a comunicação visual e interativa em tempo real, entre pessoas, independente de suas localizações geográficas. Esta tecnologia já é

realidade nos dias de hoje. Todavia, cabem adequações a cada aplicação. Há ainda alguns fatores que dificultam a sua utilização, pois transmissões de áudio e vídeo requerem uma largura de banda, em algumas situações, proibitivas. Isto faz com que a taxa de bits e o nível de qualidade estejam constantemente sendo analisadas, adequadas e testadas.

A pesquisa é voltada à área de codificação e transmissão de áudio e vídeo com taxa de *bits* reduzida durante a comunicação multi-usuários. A comunicação deve ocorrer de forma que todos os participantes possam se comunicar simultaneamente, ou seja, com envio e recebimento de sinais de áudio e vídeo. Nesse caso, os usuários deverão receber as informações de um ponto central responsável pela seleção da origem e retransmissão para os demais pontos. Por outro lado, esta situação requer uma largura de banda proibitiva para receber e transmitir todos os sinais simultaneamente, além de uma capacidade computacional considerável.

Busca-se neste trabalho, a partir de uma sessão multi-usuários estabelecer um controle que viabilize que apenas um usuário transmita o sinal de áudio e vídeo a cada instante. Isto reduzirá a taxa de bits resultando em uma considerável economia de largura de banda. Um ponto central (*MCU Server*) definirá de onde partirão as transmissões para os demais pontos. Políticas de concessão de controle sobre envio de informações são estudadas. A qualquer instante esta concessão poderá ser modificada pelo comando de uma gerência de rede da sessão, automática ou manual. Isso garantirá a interatividade entre todos os usuários conectados na sessão de videoconferência.

Espera-se que este trabalho contribua para o avanço na área de telecomunicações e permita que os usuários possam interagir por meio de um sistema de videoconferência on-line de qualquer parte do mundo, via rede mundial de computadores.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

No Capítulo 2, os aspectos relevantes à aplicação proposta são descritos. Bem como são apresentados os assuntos inerentes à videoconferência, como áudio, vídeo, compressão de dados, largura de banda e protocolos de comunicação. Também neste capítulo são apresentados os principais pontos da aplicação que são os componentes e protocolos envolvidos com a recomendação H.323.

Todo procedimento metodológico, envolvendo as questões de projeto de desenvolvimento, objetivos, infra-estrutura utilizada, testes e resultados do sistema proposto constam no Capítulo 3.

Ao final deste trabalho, no Capítulo 4, está a conclusão das atividades realizadas, expressando as considerações finais relevantes acerca do desenvolvimento do sistema proposto juntamente com as sugestões de trabalhos futuros.

2 APLICAÇÕES MULTIMÍDIA

Há várias formas de aplicações multimídia que podem ser simples apresentações, ou sistemas corporativos, de comunicação com recursos de vídeo e som proporcionando interatividade e maior envolvimento pelo público alvo. Dentre os tipos de ferramentas que usam os recursos de multimídia pode-se citar como exemplo algumas formas de aplicações da tecnologia de áudio e/ou vídeo: audioconferência, videoconferência e teleconferência.

2.1 TELECONFERÊNCIA

Teleconferência envolve o processo de envio de dados de áudio e vídeo em um único sentido, na forma de difusão. Neste tipo de aplicação não há interatividade entre os participantes, nem a confirmação da informação que está chegando aos participantes que podem estar todos em uma sala ou separados em localidades próximas ou distantes. As sessões podem ser realizadas ao vivo ou gravadas, já que não se tem a necessidade de comunicação dos usuários com o tutor (BORDIGNON, 2001).

2.2 AUDIOCONFERÊNCIA

A audioconferência é a uma aplicação em tempo real que possibilita a transmissão de áudio em tempo real entre dois ou mais terminais de comunicação. Destacam-se algumas características advindas do sistema: permite maior interação entre os participantes; não há necessidade de deslocamento para a comunicação, o que resulta

economia de tempo; permite as comunicações simultâneas entre pessoas distantes umas das outras; dentre outras.

Uma audioconferência envolve uma série de aspectos para a sua implementação e que tem influência direta na qualidade das transmissões realizadas, como a taxa de bits, taxa de compressão, largura de banda, CODECS, entre outros.

2.3 VIDEOCONFERÊNCIA

Videoconferência é a tecnologia que possibilita a interação entre os participantes por meio da transmissão de áudio e vídeo, sendo entre dois ou mais pontos em ambas as direções (BORDIGNON, 2001).

A definição básica de uma videoconferência consiste na transmissão dos dados de áudio e vídeo, em uma sessão multi-usuários, em tempo real e simultaneamente. Em algumas aplicações esta definição sofre variações para melhor adequação à necessidade da aplicação. Algumas dessas variações ocorrem por motivos como a economia da largura de banda, segurança, organização, mas sempre constituindo as características de uma videoconferência (GOMES, 2003).

Pode-se destacar algumas vantagens na realização de videoconferências, tais como:

- Agilidade e aumento na produtividade, pois permite maior interação entre os participantes;
- Comodidade de estar em mais de um lugar ao mesmo tempo, pois permite a comunicação simultânea entre pessoas distante umas das outras;
- Compartilhamento de informações;

- Resolução parcial de problemas de planejamento e agendamento de encontros, ou reuniões, pois não é necessário deslocamento pelos participantes, resultando em praticidade;

2.4 TRANSMISSÕES MULTIMÍDIA

Em transmissões multimídia, tanto para sessões de vídeo quanto para sessões de áudio, pode-se utilizar três formas de transmissão em uma rede de computadores: *Unicast*, *Broadcast* e *Multicast*.

2.4.1 Transmissão Unicast

Neste tipo de transmissão, os datagramas são enviados em um único sentido para um receptor. O uso da transmissão *unicast* traz resultados positivos em aplicações ponto-a-ponto. Caso exista mais de um ponto receptor o mesmo pacote é multiplamente enviado. Isto acarreta um aumentando no fluxo da rede, o que pode sobrecarregar o canal de transmissão.

2.4.2 Transmissão Broadcast

A transmissão *broadcast* é utilizada quando se tem a necessidade de que todos os pontos de uma rede local recebam as mesmas informações. Para que isso aconteça, os pacotes são enviados para apenas um endereço, conhecido como *broadcast*, a partir deste momento a rede se encarrega de distribuir os datagramas para todos os seus participantes.

2.4.3 Transmissão Multicast

O envio de dados nas transmissões *multicast* tem a finalidade de reduzir o consumo da largura de banda do remetente, pois os pacotes são enviados uma vez e os receptores que têm interesse os capturam para si e os reproduzem.

2.5 MODOS DE COMUNICAÇÃO MULTIMÍDIA

O uso de recursos de multimídia possui categorias de acordo com a aplicação a qual são atribuídos: Bidirecionais Ponto-a-Ponto, Bidirecionais Ponto-Multiponto, Unidirecionais Ponto-a-Ponto e Unidirecionais Ponto-Multiponto (BORDIGNON, 2001).

2.5.1 Aplicações Bidirecionais Ponto-a-Ponto

As aplicações multimídia Ponto-a-Ponto são caracterizadas pela existência de apenas dois pontos, ou dois usuários, que transmitem e recebem informações ao mesmo tempo. O tráfego de dados ocorre em ambas as direções, proporcionando interatividade entre os participantes. Os canais utilizados para comunicação são do tipo *full-duplex*.

2.5.2 Aplicações Bidirecionais Ponto-Multiponto

Neste tipo de aplicação existem mais de dois participantes com capacidade de interatividade total. Nesse caso também se pode considerar uma aplicação

Bidirecional Multiponto-Multiponto. A transmissão e recepção de dados devem ser possíveis em todos os pontos. É necessária a existência de um ponto que será como uma central, que recebe todas as transmissões e retransmite para os demais pontos. A existência de um ponto central causa a este tipo de aplicação uma complexidade significativa para o tratamento das transmissões, pois o ponto central é o “gargalo” das comunicações e, se a largura de banda do canal não for suficiente pode haver comprometimento do tráfego dos dados.

2.5.3 Aplicações Unidirecionais Ponto-a-Ponto

Em aplicações Unidirecionais Ponto-a-Ponto, a interatividade entre os participantes ocorre de maneira que apenas um dos pontos pode realizar a transmissão de bits em uma única direção, ou seja, um ponto envia os dados de som e vídeo e o outro apenas recebe.

2.5.4 Aplicações Unidirecionais Ponto-Multiponto

A comunicação é transmitida com direção única para dois ou mais pontos ao mesmo tempo neste tipo de aplicação. Também são conhecidas como aplicações de sessões *multicast* ou *broadcast*. Neste caso, quando um conteúdo é transmitido para a rede, todos os pontos devem recebê-lo simultaneamente.

2.6 COMPONENTES MULTIMÍDIA PARA VIDEO CONFERÊNCIA

Em aplicações multimídia, como por exemplo uma vídeoconferência, vários componentes estão envolvidos para que se tenha uma aplicação com desempenho e qualidade satisfatória. A seguir são apresentados os componentes de maior relevância ao trabalho desenvolvido.

2.6.1 Vídeo

O sinal de vídeo é essencial para uma sessão de vídeoconferência. Pode prover mais uma forma de interatividade entre os usuários. Porém, requer atenção quanto ao volume de dados envolvidos. Compressão e disponibilidade de largura de banda são essencialmente requeridas para um sistema de vídeoconferência.

Chama-se de vídeo uma seqüência de imagens estáticas do tipo quadro-a-quadro para representar um movimento. Na captura de uma seqüência de imagens estáticas para criação de um vídeo, as imagens são armazenadas em quadros (*frames*). Estes quadros são armazenados e exibidos em seqüência de forma que não se perceba que são apenas imagens estáticas. A taxa de atualização dos *quadros* é tipicamente alta de forma que o sistema visual humano percebe apenas a noção de movimento. Tipicamente são exibidos 25 ou mais *quadros* por segundo (fps). Quanto maior for o número de quadros por segundo, melhor será a qualidade da imagem e por conseqüência, maior será a taxa de bits associada do sinal. Quando se tem um vídeo com ótima qualidade, sabe-se que o seu consumo de taxa de bits é alto. Essa relação sempre deve ser levada em consideração em uma sistema de vídeoconferência,

pois a qualidade da imagem exibida vai determinar a qualidade da sessão conforme a largura de banda disponível.

A Taxa de Amostragem ou *Sampling Rate* (em quadros por segundo) utilizada, bem como a resolução espacial das imagens, vão influenciar diretamente na qualidade que o vídeo terá no momento de sua reprodução (GOMES, 2003).

Os principais pontos para se ter uma imagem de qualidade e por consequência o consumo do tráfego da rede - Bordignon (2001) – são os seguintes:

- a) **Resolução:** são as dimensões horizontais (quantidade de colunas de pixels) e linhas (quantidade de linhas de pixels) adotadas na sessão de vídeoconferência.
- b) **Resolução de bits de Cores:** é o número de bits utilizados para expressar as componentes de cores.
- c) **Taxa de quadros:** o número de quadros (*frames*) amostrados por segundo. Em geral, adotam-se os valores de 15 ou 30 fps em aplicações profissionais, chegando a estáticos 2 fps em aplicações desktop em uso com internet.

Por outro lado, esquemas de compactação de vídeo em uma videoconferência são largamente requeridos. Há vários algoritmos que viabilizam aplicações multimídia com utilização de vídeo de boa qualidade de imagem e sem causar maiores problemas ao tráfego das informações.

2.6.2 Áudio

O som é um fenômeno físico ondulatório periódico resultante das compressões e rarefações do meio físico, que tenham massa e elasticidade. O som não

se propaga no vácuo. Os sons características de frequência, que se mede em hertz (Hz), e amplitude ou energia que se mede em décibéis. Os sons audíveis pelo ouvido humano têm uma faixa de frequência típica entre 16 Hz e 20 kHz. Acima e abaixo desta faixa são considerados ultra-som e infra-som, respectivamente.

O som mecânico torna-se um sinal de áudio a partir do momento que é realizada a conversão para um sinal elétrico. Uma das formas mais comuns para conversão de um som em um sinal de áudio é a utilização de um microfone que serve para captação do som (SERRA, 2002).

Após a amostragem e a quantização do sinal de áudio, passa-se a ter Áudio Digital. Trata-se de um sinal que foi codificado em uma forma digital para processamento, armazenamento ou transmissão.

2.6.3 Largura de Banda Disponível

A largura de banda (disponibilidade de taxa de bits) é o termo utilizado para definir o quanto se tem disponível no canal de comunicação para envio e recepção de dados em uma rede. É medida em *bits* por segundo (bps ou kbps).

A disponibilidade de largura de banda influencia na quantidade de dados que podem trafegar na rede. Logo, a qualidade das aplicações multimídia está diretamente relacionada à largura de banda (BORDIGNON, 2001).

2.6.4 Compressão de Dados

No processo de desenvolvimento de uma aplicação multimídia, uma das questões principais a ser resolvida, é sobre o tráfego de dados na rede. Existe uma

preocupação muito grande em adequar a quantidade de dados transmitidos à capacidade que a largura de banda oferece. Originalmente os dados de áudio e vídeo digital consomem demasiada banda do canal disponível da rede tornando, muitas vezes, inviável o uso da aplicação. Para que estes dados trafeguem na rede sem consumir todo o espaço disponível e que a aplicação multimídia possa ser utilizada, é necessário utilizar compressão de dados.

A compressão de dados consiste na redução de tamanho de um arquivo, e a descompressão exerce a função de fazer com que um arquivo comprimido volte ao seu tamanho original e que o mesmo apresente as características similares ao sinal original.

Basicamente as técnicas de compressão reduzem o tamanho dos arquivos eliminando redundâncias de dados existentes. Este processo é realizado por algoritmos. Os algoritmos codificadores executam a compressão do arquivo (origem) e os algoritmos decodificadores realizam a descompressão de um arquivo comprimido (destino). Estes esquemas de compressão e codificação são conhecidos como CODEC's (*COder e DECoder*).

2.6.5 Compressão de Áudio

A compressão de áudio, bem como a compressão de vídeo, é de suma importância. Em uma videoconferência, a qualidade do som é essencial, e a quantidade de datagramas que este processo gera é muito grande. Por meio da eliminação de redundâncias pode-se alcançar uma taxa de compressão satisfatória e que atenda as necessidades de aplicação multimídia.

São listados a seguir alguns esquemas de compressão de áudio pertinentes a este trabalho, conforme Gomes (2003):

- a) G.711 (PCM – *Pulse Code Modulation*) - Neste CODEC pode-se implementar em utilizando umas das três faixas de transmissão possíveis, 48 Kbps, 56 Kbps e 64 Kbps. A maior faixa é resultante da multiplicação dos 8 KHz de frequência de amostragem por 8 bits da resolução digital;
- b) G.722 efetua uma divisão de faixa para transmissão de áudio e opera em taxas de 24 Kbps e 56 Kbps para conexões ISDN ou em 64 Kbps para conexões LAN;
- c) G.723.1 efetua a transmissão de um canal de áudio de 3 KHz em velocidades de 5,3 Kbps ou 6,3 Kbps. É normalmente referenciado como IP áudio;
- d) G.728 utiliza um algoritmo de áudio que, a partir de uma sinal digitalizado PCM de 128 Kbps, efetua compressão do mesmo e o transmite em 16 Kbps. Por essa razão, é um padrão normalmente utilizado para conexões ISDN;
- e) G.729 opera a uma taxa de 8 Kbits/s e utiliza um algoritmo chamado CS-ACELP.

2.6.6 Compressão de Vídeo

A codificação/compressão de vídeo é de relevante importância para as aplicações multimídia e via internet. Já foi visto anteriormente que as características de um vídeo digital são taxa de *bits* resultante, resolução das imagens, frequência de amostragem, profundidade de bits de cores e esquema de compressão adotado. Em

sinais de vídeo digital é necessário definir um esquema de codificação que possa prover boa qualidade, taxa de bits reduzida, e complexidade computacional aceitável.

A recomendação H.323 utiliza os padrões H.261 e H.263 - Gomes (2003).

- a) H.261 é um método para compatação de vídeo próprio para utilização em canais ISDN ($p \times 64$ Kbps, onde p varia entre 1 e 30). Descreve e especifica a codificação, a multiplexação e a transmissão de vídeo, nos formatos CIF e QCIF.
- b) H.263 utiliza técnicas de precisão de movimentos inter-frames (*Motion Compensation*), possui maior performance e estratégias de recuperação de erros e suporta uma maior variedade de resoluções (QCIF, CIF, sub-QCIF, 4QCIF E 16QCIF). É uma evolução do H.261.

2.7 PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO

Os protocolos de comunicação são padrões que especificam regras para que as transmissões de dados ocorram de maneira correta. Os protocolos são responsáveis pela comunicação entre os pontos existente em uma rede, sendo que sem um protocolo não pode existir uma conexão. É função dos protocolos é organizar e formatar os dados para que eles possam ser enviados e recebidos na rede sem que a integridade dos datagramas seja alterada.

Em aplicações de videoconferência, diferentes tipos de protocolos podem ser utilizados. A partir do propósito da aplicação que se deseja, pode-se determinar o tipo de protocolo adequado. Segue a definição dos tipos de protocolos relevantes a este trabalho.

2.7.1 TCP/IP

Transmission Control Protocol / Internet Protocol (TCP/IP) é o nome dado a um conjunto de protocolos de rede que foram desenvolvidos em um projeto do Departamento de Defesa Americano, o *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA). Este conjunto de protocolos recebeu este nome em função dos protocolos TCP e IP, que são considerados os principais. O TCP possui as especificações da RFC 793, e o IP da RFC 0791.

Estes protocolos podem ser entendidos como regras, ou padrões de comunicação, para que possa se estabelecer uma conexão entre diferentes máquinas.

A pilha de protocolos está dividida em camadas, garantindo a modularização de seu funcionamento, onde cada camada tem relacionamento com a camada acima e/ou abaixo. O TCP pertence à camada de transporte e o IP à camada de Rede. Fica fácil a identificação das camadas existentes no protocolo TCP/IP conforme a representação da figura abaixo.

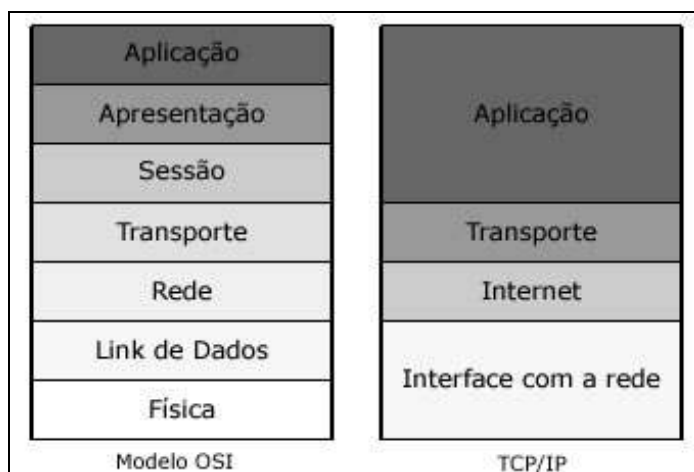


Figura 1. Modelo OSIxModelo TCP/IP

Fonte: SOARES, L. (1995)

O protocolo TCP permite que os dados sejam transportados com qualquer tamanho, onde ele tem a função de dividir os dados em pacotes, ou seguimentos, para que estes possam trafegar na rede. Estes pacotes ao serem enviados recebem informações adicionais, como cabeçalhos, o que possibilita ao protocolo fazer o agrupamento dos pacotes quando estes chegarem ao destino, além também de poder realizar o controle da ordem de chegada dos pacotes e refazer o envio caso algum pacote seja perdido durante a transmissão (TANENBAUM, 1997).

O protocolo IP realiza a conexão entre os pontos da rede. Ele é responsável por enviar os pacotes aos seus destinos, efetuando a transmissão, controlando o tráfego, roteando os pacotes na rede. Mas sua função não é fazer a verificação e controle dos mesmos. Por isso é conhecido como um protocolo não confiável, pois os pacotes enviados podem se perder, o que causaria danos ao resultado final da transferência. A união do protocolo TCP ao IP tornou o envio dos dados confiável, pois cada um desempenha funções diferentes para garantir a qualidade da transmissão (SOUZA, 2001). A variedade de protocolos ligados ao TCP/IP são demonstrados na Figura 2 de forma simples, dando a idéia da quantidade de serviços que este protocolo pode prover.

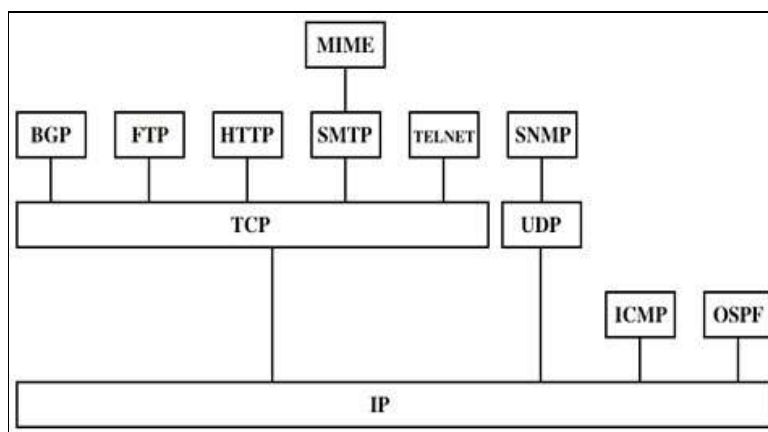


Figura 2. Família TCP/IP

Fonte: Arquivo Pessoal

2.7.2 UDP

O *User Datagram Protocol* (UDP) é um protocolo padrão do TCP/IP definido pela especificação RFC 768. Ele faz parte da camada de transporte. Seu princípio básico é o envio dos dados com rapidez mas sem garantias de entrega dos pacotes. Ele atende geralmente a aplicações onde se é necessário mais velocidade e que a confiabilidade não seja o principal ponto. Sua utilização é maior em sistemas, como por exemplo, de vídeoconferência, para o transporte de áudio e vídeo (MURHAMMER et al, 2000).

2.7.3 RTP/RTCP

O *Real Time Protocol* (RTP) é um protocolo que tem por finalidade prover transporte fim-a-fim em tempo real. Suas definições estão descritas na especificação RFC 1889. Os tipos de transmissões que ele suporta são em *multicast* e *unicast*. Este protocolo trabalha de forma que o fluxo de dados é fragmentado para o envio, empacota os dados, adiciona uma seqüência a cada pacote, faz sincronismo, controla o fluxo, realiza a identificação da origem e do destino e em alguns casos ele pode efetuar algumas correções de erros. O RTP traz em sua implementação as características de não garantir a entrega dos dados, não assegurar qualidade de serviço, não garantir a ordem de chegada dos pacotes. Estes pontos devem ser implementados pelos serviços das camadas inferiores.

O protocolo RTP basicamente está limitado para o uso em aplicações multimídia, onde exista a necessidade de suportar vários usuários. Ele tem como base o protocolo UDP e ele compreende duas partes, o próprio RTP e o *RTP Control Protocol*

(RTPCP), que é responsável pelo monitoramento da qualidade do serviço e pela distribuição de informações sobre os participantes de uma sessão.

Os protocolos RTP/RTCP são definidos pela RFC 3550 do *Internet Engineering Task Force* (IETF).

2.8 RECOMENDAÇÃO H.323

O H.323 é um protocolo que define o modo de comunicação entre dispositivos de telecomunicações via internet. Os dispositivos necessitam entender o mesmo protocolo para que sejam passíveis de comunicação.

Com a intenção de adaptar as funcionalidades do padrão H.320, que funciona como uma pilha de protocolos para padrões de transporte de dados multimídia em redes *Integrated Services Digital Network* (ISDN), a *International Telecommunication Union* (ITU) projetou o padrão H.323 para ser utilizado em redes de comutação de pacotes, focando o protocolo TCP/IP e internet, para que este padrão tivesse uma atuação independente em relação à camada de transporte, permitindo que seu funcionamento em qualquer infra-estrutura de ligação de inter-redes (BORDIGNON, 2001).

Na utilização do padrão H.323 em redes TCP/IP, todos os dados referentes a controle e gerência são enviados pelo protocolo TCP. Os dados de áudio e vídeo são transportados pelo protocolo UDP ou RTP.

Para o controle e autenticação das “ligações” realizadas pelos usuários no servidor é utilizada uma ferramenta chamada *gatekeeper*. Nesta pesquisa utilizou-se a distribuição de código aberto GNU Gatekeeper, que é uma implementação de um *gatekeeper* compatível ao padrão H.323.

O H.323 juntamente com o *gatekeeper* é capaz de realizar conexões com apenas dois usuários. Para atender a necessidade de suporte a múltiplos participantes, que é o que se deseja em uma videoconferência, se faz uso de uma ferramenta que faça o controle de múltiplos terminais, o *multipoint control unit* (MCU). O MCU efetua a junção do fluxo de dados de mídia (áudio e vídeo) e envia para todos terminais participantes (GOMES, 2003).

Uma das características do H.323 é que ele foi desenvolvido de forma robusta para atender várias situações que aplicações multimídia necessitam, por meio da utilização redes de comutação por pacotes, onde não se tem garantia de Qualidade de Serviço e se quer dar viabilidade do uso de uma aplicação multimídia com uma baixa largura de banda.

A escolha pelo padrão de transmissão H.323 é baseada na pesquisa de projetos que apontam esta tecnologia como umas das mais adequadas para uso em aplicações multimídias, pois ela suporta transmissão de dados de vídeo e som, e possui opção para controle de conexões ponto-a-ponto e ponto-multiponto.

Devido ao propósito deste trabalho, que exige várias conexões, é necessário controlar os vários acessos, envios e recebimentos de informações na rede. Junto ao H.323 há outros componentes que são de uso obrigatório para que se consiga implementar uma videoconferência. A opção por softwares de código-fonte aberto e gratuito não acarreta complicações para o desenvolvimento deste projeto, pois os softwares necessários para efetuar as adequações propostas neste trabalho estão disponíveis no site do projeto OpenH323 (<http://www.openh323.org>).

2.8.1 GateKeeper

Um dos componentes mais importantes em uma videoconferência é o *gatekeeper*. Sua função é gerenciar de todos os procedimentos de conexão dos terminais vinculados à sua zona de atuação.

Um *gatekeeper* deve atuar em uma zona, que nada mais é, do que a área da rede que será controlada, para realizar suas tarefas de gerenciamento das entidades de uma videoconferência. Na utilização do *gatekeeper*, existe este conceito de zonas, porque é possível existir mais uma zona em uma rede e deve existir apenas um *gatekeeper* por zona (GOMES, 2003).

Um *gatekeeper* tem a função de gerenciador das sessões de videoconferência, para manter a integridade das conexões (SOARES, 2003).

Neste projeto o software de código-fonte aberto chamado GNUGK foi utilizado (em sua forma original). A distribuição do aplicativo é realizada por meio do site do projeto - www.opengk.org - que é uma versão gratuita do *gatekeeper* e que é compatível ao H.323.

Além de todos os serviços de controle de conexões de uma videoconferência, um serviço realizado pelo *gatekeeper* é a vinculação de um apelido ao IP do terminal que realiza uma conexão. O protocolo H.323 permite que o usuário defina um *alias* à sua máquina, isto é definido pelo usuário por meio do software cliente que está sendo usado para realizar a chamada ao *gatekeeper*. Assim após registrados com o IP e o apelido, os demais terminais não precisam saber qual o endereçamento IP, apenas o apelido para realizar uma chamada aos demais pontos da rede autenticados pelo *gatekeeper* (GOMES, 2003). Na Figura 3 estão listados os processos pelos quais

um *gatekeeper* é responsável no momento que em que se inicia uma sessão de vídeoconferência:

GATEKEEPER
Controle de autenticações
Tradução de endereços
Controle da largura de banda
Gerenciamento de Área
Controle de sinalizações de chamadas
Autorização de Chamadas
Gerenciamento de Chamadas

Figura 3. Funções da ferramenta Gatekeeper

2.8.2 MCU

No ambiente de uma vídeoconferência, o MCU é indispensável para realização de sessões multi-usuários. Ele é o responsável por centralizar os fluxos dos canais de vídeo, áudio e dados, determinando qual terminal pode realizar o envio ou recebimento de dados, caracterizando a estrutura (multiponto-multiponto *half-duplex*). Nesta situação, o MCU não é o centralizador da sessão, ele apenas dá o suporte para as várias conexões. A outra situação em que o MCU é ativado, ocorre quando os vários terminais realizam a chamada para o MCU, o tornando o centro da vídeoconferência. Então ele agregará as imagens de vários terminais em um fluxo único e retransmitirá as imagens recebidas a todos pontos da sessão, caracterizando o fluxo *full-duplex*.

O MCU possui duas entidades que atuam da seguinte forma: para tarefas de gerência dos fluxos da sessão apenas o *Multipoint Controller* (MC) é utilizado. Nos casos em que é necessário realizar algum tipo de processamento de dados, seja de áudio ou vídeo, utiliza-se o *Multipoint Processor* (MP).

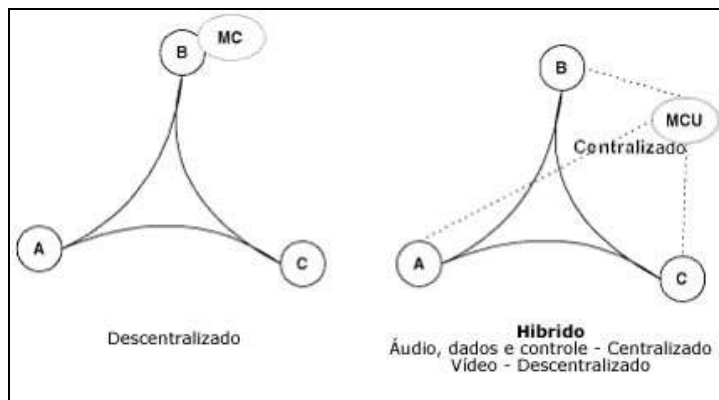


Figura 4. Esquemas de comunicação com o MCU

Fonte: Arquivo Pessoal

2.8.3 Multipoint Controller (MC)

O MC é utilizado para realizar as tarefas de controle de aplicação, fazendo apenas o encaminhamento dos dados recebidos, sem nenhuma função de codificação ou decodificação (CODEC) sobre os dados. O MP faz essa tarefa não realizada pelo MC, ele descompacta as imagens, monta um novo quadro de imagens, compacta e retransmite aos pontos da rede (BORDIGNON, 2001).

O *Multipoint Controller* (MC) é responsável pelo controle do tráfego de uma videoconferência. Ou seja, ele deve realizar o ajuste e estabelecimento dos parâmetros de chamada para cada participante e implementar o controle dos recursos da videoconferência.

Em uma sessão de videoconferência, o MC envia para os terminais (endpoints) todos os parâmetros que devem ser adotados para as funções de envio e recebimento de dados estejam preparadas. Estes parâmetros são revisados continuamente pelo MC durante toda a sessão.

2.8.4 Multipoint Processor (MP)

O MP é responsável pelo processamento do fluxo dos canais de áudio, vídeo e dados recebidos e após executar as tarefas necessárias sobre ele deve reenviar os fluxos a todos os terminais presentes na sessão.

O tratamento realizado sobre os fluxos de vídeo de um MP é implementado pelos padrões de CODECs H.261 e H.263.

Na estrutura de conferência centralizada o uso do MP é muito importante, pois ele é responsável por receber os fluxos enviados pelos terminais, realizar o processamento ou combinação das imagens/áudio e o envio de um único fluxo para cada terminal.

2.8.5 Gateways

Gateways são entidades da Recomendação H.323 utilizadas para realizar a conexão de redes que utilizam diferentes protocolos. Por exemplo, H.323 e H.320, que necessitam do *gateway* para prover a transformação, já que não existe compatibilidade total entre os dois protocolos, o *gateway* recebe o pacote, recodifica para o padrão desejado e envia ao receptor.

2.8.6 Terminais

Os computadores ligados a rede e que utilizam o protocolo H.323 e os seus demais serviços para realizar conferências, são conhecidos como terminais. O termo “terminais” é a tradução da palavra em inglês *endpoints*. Um terminal nada mais é do que o computador do usuário, que utilizando um software cliente, conecta-se a sessões de videoconferência (BORDIGNON, 2001).

2.9 TRABALHOS CORRELATOS

Atividades de pesquisa e desenvolvimento de trabalhos na área de telecomunicações crescem de acordo com as novas tecnologias de interconexão e padrões de compressão, codificação e encapsulamento de dados.

Como trabalhos correlatos ao assunto proposto nesta pesquisa, são destacados alguns projetos apresentados a seguir:

■ **Aplicação Experimental para Comunicação de Voz sobre IP.**

Trabalho de Conclusão do Curso - TCC - da UNESC do Bacharel em Ciência da Computação Marcelo Bongioiolo. O referido trabalho abrange com ênfase a área de comunicação de voz sobre IP.

■ **Codificação de Voz Sobre IP Aplicada a Educação a Distância.**

Realizado pela Tecnóloga em Telecomunicações Daniela Righetto Schuch, este Trabalho de Conclusão de Curso trata das mesmas tecnologias de interconexão, como por exemplo, o estudo sobre os padrões da Recomendação H.323, tendo como principal orientação a

comunicação por voz sobre IP e demanda de consumo da largura de banda disponível da rede.

■ **VIP CONFERENZA: Aplicação Experimental de Videoconferência Sobre Redes IP.** Projeto desenvolvido e apresentado como Trabalho de Conclusão de Curso da UNESC, realizado pela Bacharel em Ciência da Computação Lílian Cristine Apolinário, aplica padrões de comunicação envolvendo tráfego de sinais de vídeo e áudio para implementação um aplicativo experimental para videoconferência sobre redes IP.

■ **Uma Solução de Voz Sobre IP de Baixo Custo Para Ambiente Corporativos.** Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido pelo Bacharel Marcioni Serafim, formado na Unesc, que realizou estudo sobre padrões de comunicação (H.323 e SIP), redes de computadores, *softwares* para comunicações utilizando voz sobre IP (VOIP), para apresentar os aplicativos de comunicação com sinal de voz como soluções de baixo custo e boa qualidade para implantação em corporações.

Diversos outros trabalhos são realizados em grupos destinados a esta área de pesquisa. Um dos grupos consultados foi o VOIP da Universidade Federal do Rio de Janeiro que utiliza os recursos do Núcleo de Computação Eletrônica para realizar seus projetos na área telecomunicações. Ainda se tem os sites dos projetos sobre as tecnologias de conexão e *software* aplicados neste trabalho, sendo principal fonte de referência o projeto da Recomendação H.323, juntamente com o *site* Voxgratia que disponibilizam versões dos aplicativos e bibliotecas necessárias, bem como a documentação de todo material exibido no projeto.

3 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

As tecnologias de transmissão de dados se encontram em um ótimo nível de desenvolvimento. Diversas aplicações envolvendo essas tecnologias vêm sendo desenvolvidas ou aprimoradas para adaptação a novos conceitos. Tanto para organizações, quanto para usuários domésticos, graças a disseminação da internet, o uso de softwares para comunicação tem evoluído rapidamente, com muita qualidade e eficiência.

Grandes centros de pesquisa trabalham em novos protocolos, codificadores e decodificadores, softwares clientes e servidores, para melhorar e acrescentar ao mundo todo, ferramentas capazes de conectar pessoas em pontos distintos do globo. Parte destes projetos é disponibilizada gratuitamente e com código fonte aberto, para que mais usuários possam contribuir com o software.

No desenvolvimento deste trabalho, estudos sobre as tecnologias utilizadas em videoconferências, mostraram que a maioria das entidades envolvidas em aplicações como esta, podem ser encontradas em diversas fontes, geralmente sites de projetos *OpenSource*. Sites como o ITU e IETF, que possuem as padronizações de protocolos e CODECs, auxiliam no embasamento de pesquisas na área de videoconferência.

A contribuição para as tecnologias de videoconferência que este trabalho se propôs a realizar, é a de tornar as entidades envolvidas adequadas ao uso com uma largura de banda reduzida para aplicações do tipo multi-usuários.

Na utilização da recomendação H.323 e entidades compatíveis, os CODECs e protocolos já estão incorporados e adequados para realizar as conexões de uma sessão multiponto. Porém, não é estabelecido um controle do fluxo dos dados trafegados na rede. Ou seja, a sessão de videoconferência é aplicada originalmente com as entidades

compatíveis (disponíveis) com o protocolo H.323. Isto acarreta uma demasiada largura de banda requerida da rede, comprometendo a qualidade dos recursos e do sistema.

Após a identificação dos componentes responsáveis pelo gerenciamento da sessão, foram propostas regras ao envio e recebimento de dados, negociadas entre o *terminal/cliente* e o *MCU/server*. Estas contribuem para um menor consumo de banda, resultando em um melhor desempenho de taxa e complexidade computacional para a aplicação.

O foco deste trabalho se concentra na entidade H.323 chamada *Multipoint Control Unit* (MCU). Ela agrega todas as funções de processamento dos fluxos de áudio, vídeo e dados para envio e recebimento entre os terminais. Sua alteração deve ser feita em conjunto com o software cliente para que o conjunto de regras possa ser aplicado a todos terminais da rede. O cliente adotado foi o *OpenPhone*, que assim como as demais entidades envolvidas, têm seu código-fonte aberto. As regras consistem em permitir que o fluxo ocorra em apenas um sentido. Ou seja, que o fluxo siga no sentido de um para todos, ao contrário do que ocorre no sistema de referência, que é de todos para todos.

3.1 SISTEMA PROPOSTO DE VÍDEOCONFERÊNCIA COM REDUÇÃO DA TAXA DE BITS UTILIZADA

As implementações disponíveis do MCU do sistema de referência não possuem nenhuma opção de gerência para aplicação de restrições quanto ao fluxo de dados. Para resultar no sistema proposto é necessária a adequação deste componente para que seja possível realizar uma videoconferência de forma que apenas um terminal envie seu fluxo de dados e que os demais tenham a capacidade de apenas receber este

fluxo. O diagrama de caso de uso é apresentado na Figura 5 com as respectivas ações possíveis aos usuários. Logo após, se tem a exemplificação (Figura 6) do modo original de uma videoconferência utilizando o MCU quanto ao envio e recebimento de dados.

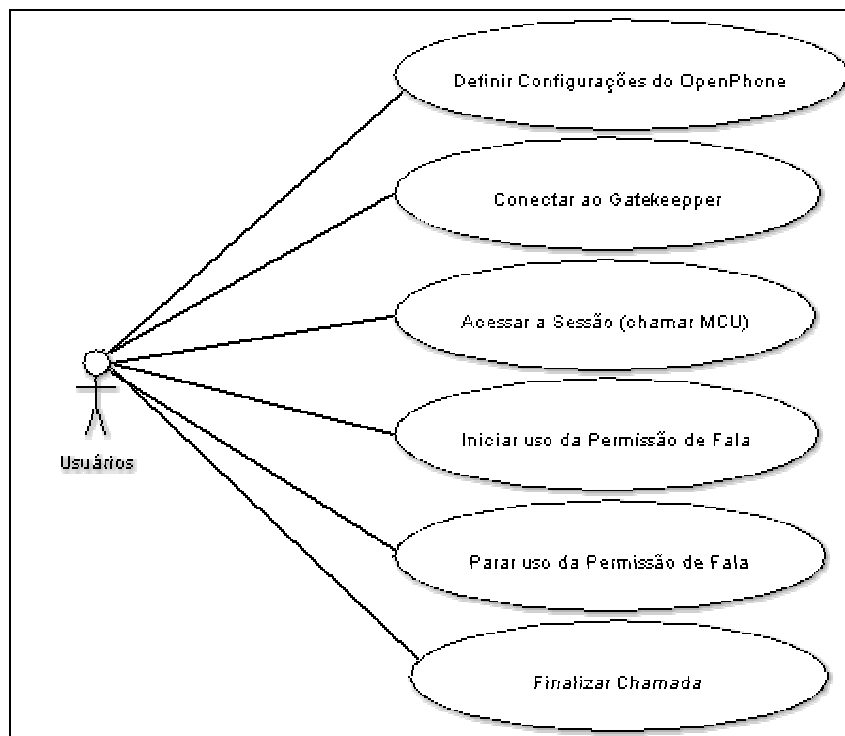


Figura 5. Diagrama de Caso de Uso do Esquema Proposto

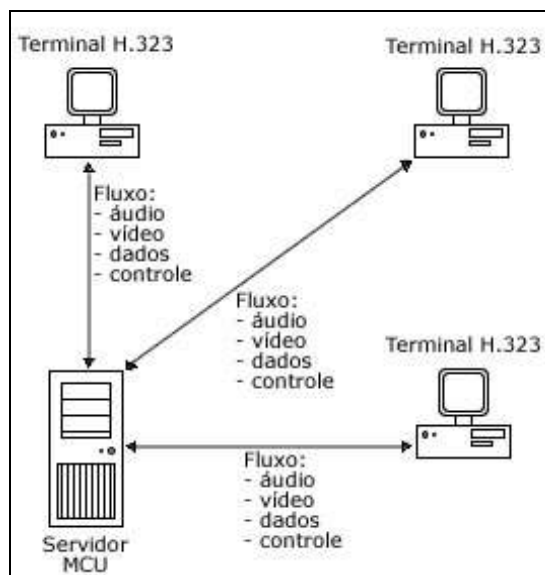


Figura 6. Fluxo de dados de uma sessão com MCU server

Em sistemas corporativos de videoconferência, os mecanismos utilizados para determinar quais usuários de uma sessão podem ou não interagir entre si consistem de uma lógica de permissões que são controladas por um usuário mestre, normalmente, chamado de operador.

Seguindo a lógica de permissões para o fluxo de dados em uma sessão de videoconferência utilizando o MCU e o *OpenPhone*, fez-se necessário o desenvolvimento de regras sobre as condições de uso do sistema. As regras implementadas têm o propósito de organizar as ações e permitir que se possa determinar qual usuário tem a permissão de envio de dados. As premissas utilizadas para montar o protocolo de ações em uma sessão são as seguintes:

- a) Ao entrar na sessão nenhum usuário tem permissão para envio/recebimento de dados;
- b) A permissão fica livre até que algum usuário inicie o seu uso;
- c) Somente um usuário terá permissão para envio de dados;

Todas as restrições aplicadas às ações foram feitas a partir de adequações de funções já existentes no código fonte do MCU e do *OpenPhone* e com a criação de novas funções. As alterações realizadas no MCU consistem na alteração de todos os procedimentos que envolvem o controle do fluxo dos dados juntamente com as verificações referentes ao uso da permissão de fala. A Figura 7 apresenta o modo como o fluxo de informações após as alterações implementadas. Em conjunto com as alterações realizadas no MCU, as funções do *OpenPhone* foram ajustadas para adequar as opções já existentes na interface e adicionar novas funções para que o aplicativo atendesse todas funcionalidades objetivadas neste trabalho.

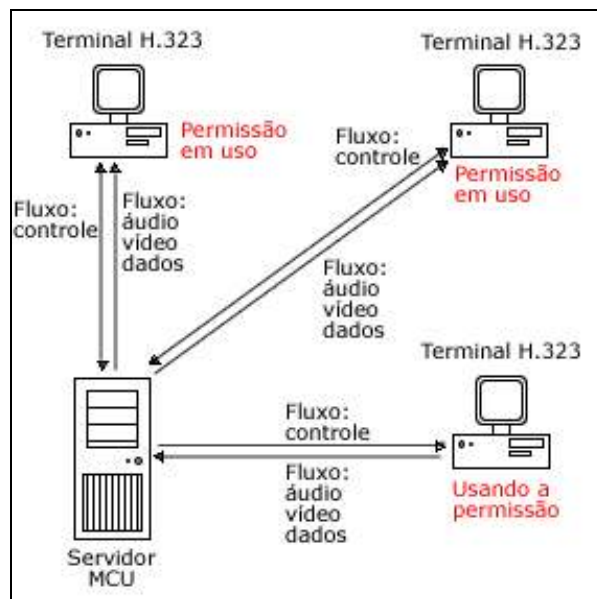


Figura 7. Fluxo de dados após alterações do MCU e OpenPhone

Para atender as necessidades de gerência do fluxo, o *OpenPhone* recebeu algumas alterações. Algumas mensagens ao usuário foram inseridas para notificar as ações realizadas pelos usuários da sessão. Na Figura 8, podem ser visualizados em destaque os principais itens para os usuários, sendo um deles visível no canto direto superior, onde está disponível uma área para listagem dos usuários conectados. Outro item é o botão “Requisitar fala” que desempenha a função de habilitar ou não o envio dos sinais de áudio e vídeo. E por fim, a janela que exibe o sinal de vídeo quando algum usuário está com a permissão e o mesmo está enviando sinais de vídeo.

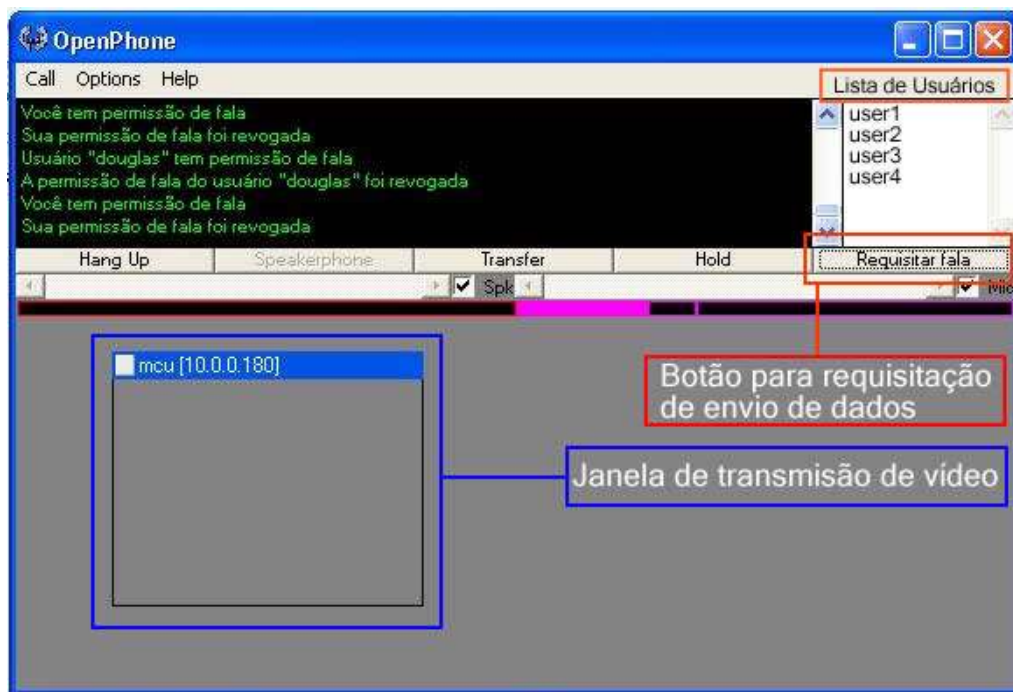


Figura 8. OpenPhone – Lista de usuários (canto direito).

Na Figura 9 estão apresentados os itens que caracterizam o uso de permissão por um dos usuários da sessão. Pode-se notar que o envio dos dados é então liberado, pois o botão “Requisitar fala” está pressionado e habilitado.



Figura 9. OpenPhone – Botão para requisição da permissão de fala.

Para evitar conflitos de pedidos e requisições desnecessárias durante o envio de dados de um dos usuários da sessão, o botão que permite o envio fica inativo (Figura 10). Assim, este procedimento se torna mais um item para identificar que já existe alguém utilizando a permissão.

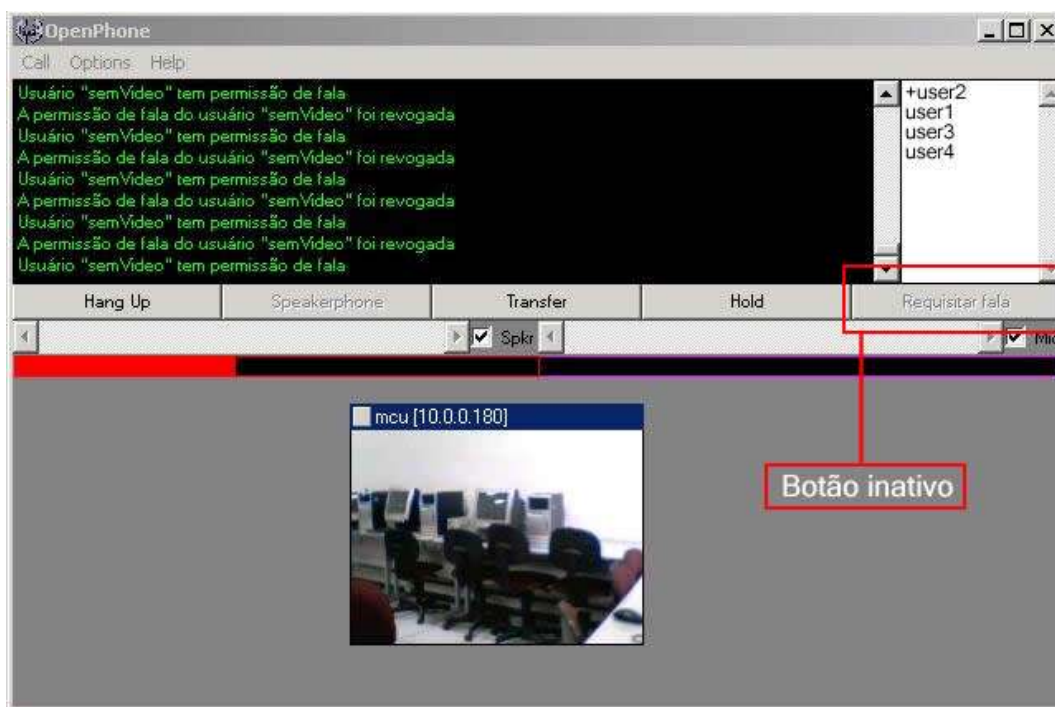


Figura 10. Requisição inativa durante o uso de outro usuário

Dentre as funções criadas para adequação do componente MCU e *Openphone* pode-se citar algumas que tem maior importância. Abaixo estão listadas e comentadas as funções dos dois componentes citados e também as funções de controle de mensagem implementadas na biblioteca criada para auxiliar a troca de informações entre MCU e *OpenPhone*.

Funções implementadas no código fonte do MCU:

- void SendUserInputIndicationString(): processamento das mensagens originadas do *OpenPhone*;

- void EnviaMensagemParaUsuarios(): o envio das mensagens ao *OpenPhone* conforme a ação;
- void EnviaListaDeUsuarios(): lista dos usuários registrados na sessão
- void setRequisicao(): libera a permissão de envio de dados
- void apagaRequisicao(): remove a permissão que está ativa
- void LimpaVideo(): limpar o *buffer* quando o vídeo pára de ser transmitido
- PString verificaRequisicao(): faz verificações de qual a situação atual da permissão

Funções implementadas na biblioteca criada – klib

- int verificaMensagem() verifica o cabeçalho da mensagem enviada ao mcu
- PString extraiArgumento(): extrai o argumento que identifica a ação requerida
- PString criaMensagem(): monta a mensagem a partir da ação requerida
- PString retornaMensagem(): retorna a mensagem pronta para o mcu
- PString extraiNomeUsuario(): verifica quem enviou a mensagem

Funções implementadas no *openphone*

- void AdicionaUsuario(): adiciona usuários da lista de usuários
- void RemoveUsuario(): remove usuários da lista de usuários
- void Limpa(): limpa a lista de usuário registrados
- void OpenPhoneConnection::OnUserInputString(): processa as principais ações

- void AtualizaBotaoRequisicao(): atualiza a situação do botão de permissão.

3.2 INFRA-ESTRUTURA UTILIZADA

O projeto apresentado foi realizado no Laboratório de Informática Médica e Telemedicina juntamente com o Grupo de Pesquisa em Informática Médica e Telemedicina - Projeto Kiron - localizado no campus da UNESC. O Grupo foi criado em Março de 2002, por iniciativa dos professores dos cursos de Ciência da Computação da UNESC.

O Laboratório de Informática Médica e Telemedicina possui infra-estrutura adequada para a implementação deste trabalho e para o desenvolvimento de testes de validação. Equipamentos adicionais para testes de videoconferências, como *headsets* e *webcams*, também estão à disposição neste grupo.

Parte dos testes de validação da ferramenta de videoconferência foram realizados nos computadores dos Laboratórios de Informática do curso de Ciência da Computação da UNESC.

3.3 SISTEMA PROPOSTO

Este trabalho teve como ponto de partida para implementação o sistema de referência desenvolvido denominado projeto OpenH323. O projeto OpenH323 é dedicado ao desenvolvimento e aprimoramento das entidades relacionadas à Recomendação H.323.

Testes de conexão entre os terminais OpenPhone e o MCU, registrados no *gatekeeper*, foram realizados para garantir que os componentes *OpenMCU* (MCU), *OpenGK* (*gatekeeper*) e *OpenPhone* possuíam a funcionalidade e os aspectos necessários para implementação do projeto.

O MCU e o *gatekeeper* foram instalados no servidor do projeto Kiron. Os terminais, instalados nos Laboratórios de Informática do curso de Ciência da Computação da UNESC, utilizavam o *Openphone* para realizar as chamadas de audioconferência (o openMCU não habilita vídeo na sua versão original). Constatou-se que a conferência com a utilização dos componentes escolhidos era possível e, a partir destes, as adequações para o projeto proposto seriam viáveis.

O software utilizado para o desenvolvimento e compilação dos componentes foi o Microsoft Visual C++ 6.0 (MSVC++), que é recomendado pelo site do projeto e foi adquirido na sessão de ferramentas para desenvolvedores do site da Microsoft.

3.4 TESTES DE VALIDAÇÃO DO SISTEMA PROPOSTO

Utilizando o MCU do sistema de referência com todos *codecs* de áudio habilitados, onde o padrão para codificação de áudio é tipicamente o G711, a banda utilizada de acordo com as especificações desse padrão situa-se em torno de 128 kbps para cada usuário no MCU, pois o padrão consome 64 kbps para envio e 64 kbps para recebimento dos dados. Sendo assim, a taxa de bits ficaria diretamente relacionada ao número de usuário conectados à sessão de vídeoconferência. O mesmo processo ocorre para os dados de vídeo. Mas o pior está ligado à complexidade computacional requerida para processar todos estes dados de envio e recebimento para cada usuário simultaneamente. Foi constatado que a complexidade computacional é tão grande que,

para quatro ou mais usuários, o sistema torna-se instável e ainda gera atrasos e interrupções no sinal de áudio que o torna irreconhecível.

Com a utilização do sistema proposto com todos *codecs* de áudio habilitados, onde o padrão para codificação de áudio G711, a banda utilizada de acordo com as especificações desse padrão situa-se em torno de 64 kbps para cada usuário. O usuário que tem a permissão de fala consome somente 64 kbps, pois não tem que receber áudio, uma vez que ele é a fonte. Os demais recebem somente 64 kbps, pois não tem permissão de envio naquele intervalo de tempo. Associado a isto, existe uma redução na complexidade computacional e da taxa de bits que trafega pelo MCU pelos seguintes motivos:

- a transmissão ocorre na forma multicast a partir do *MCU/server*, o que reduz a taxa de bits requerida para 128 kbps (64 kbps de áudio e vídeo entrando e, 64 kbps de áudio e vídeo saindo) nesta entidade contra os 128 kbps por usuário do sistema de referência.
- Só existe um sinal áudio e vídeo entrando para ser processado, o que resulta em complexidade computacional reduzida.

No sistema proposto foram implementados mecanismos para gerência do fluxo de dados por meio de restrições no envio dos dados por parte dos usuários. Com a existência do usuário chamado operador (usuário que detém a permissão de envio de dados de áudio e vídeo), sempre existirá na sessão um usuário com permissão de enviar e receber dados. Os demais usuários, denominados usuários simples, podem apenas receber o fluxo de informações. Desta forma, não existe a possibilidade de vários usuários enviando e recebendo dados em uma sessão, situação que exige muita largura de banda e que motivou a implementação deste trabalho.

Análise análoga, para taxa de bits associada, pode ser realizada para o sinal de vídeo na videoconferência multisessão.

Foram realizados sessões com quatro usuários para os testes de validação em diferentes redes e subredes. O sistema mostrou-se robusto, sem atrasos e estável, sem interrupções de som e vídeo. Foi constatado, porém, que se a rede estiver congestionado, podem ocorrer interrupções e atrasos no sinal. Porém o sistema mantém-se estável. Toda monitoração da rede, quantidade de pacotes e consumo de banda foi feita com a utilização do software Packtyzer, que é um *software* livre e trabalha sobre a licença GNU.

Com o MCU executado em um computador com Windows 98 a sessão apresentou muitos ruídos. Uma das possíveis causas desse problema seria a incompatibilidade de CODECs em relação ao Sistema Operacional.

Deve ser verificado que os softwares de *firewall* bloqueiam a execução do sistema. Por isso, em todas máquinas utilizadas, a opção de *firewall* do sistema deve estar sempre desativada.

3.5 DIFICULDADES ENCONTRADAS

Inicialmente houve a dificuldade de encontrar uma versão estável do MCU para início do desenvolvimento. Em função deste problema, muito tempo foi dispendido em pesquisa e testes. Superado este contratempo, a adequação dos softwares ocorreu da forma prevista até o momento em que iniciaram-se os testes de videoconferência. Outra dificuldade ocorreu relacionada ao MCU. Por padrão a entidade H.323 MCU é disponibilizada com os mecanismos de captação e processamento dos sinais de vídeo desabilitados. Contudo, nesta etapa os itens de gerência para redução de largura de

banda requerida já se encontravam devidamente implementados no sistema. Portanto, ficou transparente a implementação da ativação da transmissão do sinal de vídeo para caracterizar de fato um sistema de videoconferência multi-usuários. Informações adicionais para habilitar a transmissão de vídeo podem ser encontradas em fóruns de *sites* de programação, tais como do projeto voxgratia e openh323, que mantêm listas de discussões com análises sobre código-fonte do MCU e, mais especificamente, sobre todos aspectos de aquisição e transmissão do sinal de vídeo já implementados.

Outro contratempo foi a execução do MCU e do GNUGK em máquinas com o Sistema Operacional Windows 98. Ao executar o GNUGK em algumas máquinas o SO acusava a falta de algumas DLLs necessárias.

Uma vez superados os problemas referentes ao SO utilizado nos testes, definiu-se como ambiente padrão para o uso do sistema o Windows XP 2006.

4 CONCLUSÃO

As tecnologias de comunicação voltadas para aplicações de videoconferência têm ganho apoio de projetos independentes que realizam pesquisas valiosas para essa área, tanto de desenvolvimento e aprimoramento de protocolos, quanto a criação de ferramentas e softwares relativos a comunicação sobre redes TCP/IP que é o protocolo mais utilizado atualmente.

A largura de banda requerida para aplicações de comunicação multimídia, dentre elas a videoconferência, é um item importante no contexto de redes com protocolo TCP/IP, podendo acarretar a inviabilidade de um projeto.

O trabalho contemplou a pesquisa sobre os padrões mais utilizados para o desenvolvimento de softwares de videoconferência compatíveis com redes TCP/IP e a Recomendação H.323, que envolve protocolos e componentes necessários para a realização de uma videoconferência. O desenvolvimento ocorreu a partir de softwares gratuitos *opensource*.

O objetivo de adequar uma aplicação que obtivesse algum tipo de restrição sobre o fluxo de dados de uma videoconferência com o intuito de reduzir o consumo da banda utilizada em sessões multi-usuários. Isto foi alcançado com a modificação e inserção de funções específicas no MCU, componente responsável pela gerência dos dados.

A interface cliente utilizada também é de natureza *opensource* e foi adaptada para atender os propósitos do projeto.

O sistema proposto desenvolvido realiza sessões de videoconferência com taxa de bits reduzida, proporcionando a redução do consumo de banda a quantias aceitáveis e redução de complexidade computacional no MCU.

Com o sistema proposto desenvolvido, pode-se buscar como trabalhos futuros a adequação de layouts e novas interfaces gráficas para cliente e MCU, implementação de um sistema de gerência de controles por um administrador da sessão (gerência das ações realizadas pelo usuários), implementação de funções de chat, transferência de arquivos, compartilhamento de área de trabalho, estudo da segurança de sistema (com *login* e senha para que se possa distribuir corretamente as permissões dentro de uma videoconferência), entre outros.

REFERÊNCIAS

- BORDIGNON, Márcio Rodrigo. **Vídeo conferência. Conceitos, Tecnologias e Uso**. Rio de Janeiro: Book Express, 2001.
- CASTELLS, Manuel. **Sociedade em rede**. São Paulo: Paz e Terra, 1999.
- COMER, Douglas E. **Redes de computadores e internet: abrange transmissão de dados, ligação inter-redes e web**. 2.ed Porto Alegre: Bookman, 2001. 522 p.
- FISCHER, Graciana Simoni. **Um ambiente virtual multimídia de ensino na WEB, com transmissão ao vivo e interatividade**. 2000. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação - Instituto de Informática), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.
- G. Held, "**Data and image compression - Tools and techniques**". Wiley, 4th edition, 1996.
- GOMES, Fábio Lúcio Soares. **VideoConferência - Sistemas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2003. 340 p.
- HANNEL, Kelly. **Contribuições ao Processo de Comunicação na Internet Baseado em Videoconferência e Streaming de Áudio e Vídeo**. 2005. Monografia (Bacharelado em Ciência da Computação do Instituto de Física e Matemática), Universidade Federal de Pelotas, RS.
- K. R. Rao, J. J. Hwang, "**Techniques and standards for image, video, and audio coding**". Prentice Hall, 1996.
- K. Sayood, "**Introduction to data compression**". Morgan Kaufmann, 1996.
- LITWIN, Edith (org). **Educação a distância; temas para o debate de uma nova agenda educativa**. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- MURHAMMER, Martin W. et al. **TCP/IP Tutorial e Técnico**. São Paulo: Makron Books, 2000. 690 p.
- OPENH323**. Disponível em <http://www.openh323.org>>. Acesso em 01 dezembro. 2006.
- OPENPHONE**. Disponível em <http://www.voip.nce.ufrj.br/download_pt.htm>. Acesso em 01 de dezembro. 2006.
- R. J. Clarke, "**Digital compression of still images and video**". Academic Press, 1995.
- RECOMENDAÇÃO H.323**. Disponível em <<http://www.itu.int/rec/T-REC-H.323/en>>. Acesso em 01 de dezembro. 2006.
- S. J. Solari, "**Digital video and audio compression**". McGraw-Hill, 1997.

SERRA, Fábio. **Áudio Digital - A tecnologia aplicada à música e ao tratamento de som**. Rio de Janeiro: Ed. Ciência Moderna, 2002. 142p.

SOARES, Luiz Fernando Gomes; LEMOS, Guido; COLCHER, Sérgio. **Redes de computadores das LANs, MANs e WANs às Redes ATM**. 2. ed. Rio de Janeiro: Ed. Campus, 1995. 704 p.

SOUSA, Lindeberg Barros de. **Redes de computadores: dados, voz e imagem**. 4.ed. Rio de Janeiro: Érica, 2001. 496 p.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de computadores**. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997.