

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC**  
**CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO**

**NILSIONEI MAFFIOLETTI**

**AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE VIDEOCONFERÊNCIA**

**CRICIÚMA, JULHO DE 2008**

**NILSIONEI MAFFIOLETTI**

**AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE VIDEOCONFERÊNCIA**

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

Orientador: Prof. MSc. Paulo João  
Martins.

**CRICIÚMA, JULHO DE 2008**

**NILSIONEI MAFFIOLETTI**

## **Avaliação de Sistemas de Videoconferência**

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

---

**Profa. MSc. Ana Claudia Garcia Barbosa**  
Coordenadora do Curso de Ciência da Computação

Banca Examinadora:

---

**Prof. MSc. Paulo João Martins (UNESC)**  
Orientador

---

**Prof. Esp. Ênio José Peruchi**

---

**Prof. MSc. Vilson Gruber**

*Aos meus pais, que sempre me  
incentivaram a continuar os estudos sendo  
que, em nenhum momento deixaram de  
acreditar em minha capacidade.*

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar a Deus, por ter me proporcionado mais esta conquista em minha vida.

Aos meus pais, Nelso e Nadir, por me darem as condições e incentivo necessário para que eu concluísse este curso.

A minha namorada Glauciani, pelo seu amor, força constante e compreensão nos momentos difíceis.

A toda minha família, pelos momentos de descontração, alegria e apoio.

Ao meu orientador, professor Paulo João Martins, pela disponibilidade e conhecimentos compartilhados.

Aos meus colegas, pelos momentos de alegria compartilhados no decorrer deste curso.

A todo corpo docente do curso de Ciência da Computação em especial aos coordenadores, que sempre me ensinaram muito.

A UNESC por ter me propiciado as condições para a realização deste trabalho.

*“É melhor tentar e falhar, que  
preocupar-se e ver a vida passar. É  
melhor tentar, ainda que em vão, que  
sentar-se fazendo nada até o final.”*

*Martin Luther King.*

## RESUMO

Devido o grande avanço tecnológico dos últimos tempos, com a expansão da Internet e as redes de computadores estarem cada vez mais aptos a suportar tráfego de áudio e vídeo em tempo real, o desenvolvimento de aplicações avançadas como a videoconferência tem aumentado consideravelmente, exigindo capacidades maiores dos mesmos. Essa alternativa de comunicação à distância tem sucesso comprovado em diversas áreas, aumentando o número de usuários deste serviço e também as ferramentas disponíveis. Este trabalho apresenta um estudo sobre este assunto, descreve os conceitos relacionados à videoconferência e as tecnologias envolvidas, como os protocolos de transmissão, os padrões de comunicação e os componentes multimídia. Com o estudo de caso foi possível estabelecer um conjunto de parâmetros baseando-se na recomendação ITU-T F.730, sendo definidos como parâmetros características disponíveis, qualidade áudio e vídeo, plataforma suportada, licença e criptografia. Tendo como base essas métricas de avaliação alguns *softwares* foram avaliados com o intuito de auxiliar na escolha de um sistema de videoconferência.

**Palavras-Chave:** Videoconferência, Multimídia, Redes de Computadores, Padrões.

## ABSTRACT

Due to the great technological advance in recent times, with the expansion of Internet and the computer networks being more able to withstand video and audio traffic in real time, the development of advanced applications such as video conferencing has increased considerably, requiring greater capabilities from themselves. This alternative of distance communication has been successfully proved in several areas, increasing the number of users of this service and also the increasing tools available. This paper presents a study on this subject, describes the concepts related to videoconferencing and the technology involved in it, such as the protocols of transmission, the patterns of communication and multimedia components. With the case study it was possible to establish a set of parameters based on the ITU-T F.730 recommendation, being defined as parameters the following available features, quality of audio and video, supported platform, license and encryption. Based on this diversified evaluation some softwares were evaluated in order to help in choosing a system of videoconferencing.

**Key words:** Videoconferencing, Multimedia, Computer Network, Patterns.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Serviço ponto a ponto .....	30
Figura 2. Serviço multiponto .....	31
Figura 3. Videoconferência entre duas pessoas .....	32
Figura 4. Videoconferência entre uma pessoa e um grupo .....	33
Figura 5. Videoconferência entre dois grupos de pessoas .....	34
Figura 6. Videoconferência entre um grupo e diversas pessoas .....	35
Figura 7. Passos de uma transferência multimídia.....	36
Figura 8. Gateways H.323.....	52
Figura 9. O Segmento TCP .....	60
Figura 10. O Segmento UDP .....	62
Figura 11. Datagrama RTP .....	64
Figura 12. Interface do NetMeeting.....	73
Figura 13. Largura de banda da rede.....	74
Figura 14. Configuração do <i>gatekeeper</i> e <i>gateway</i> .....	74
Figura 15. Configuração da compactação do áudio.....	75
Figura 16. Configuração da qualidade de vídeo.....	75
Figura 17. Compactação do áudio e protocolo de transmissão.....	77
Figura 18. Configuração do <i>jitter</i> .....	78
Figura 19. Interface do Speak Freely .....	79
Figura 20. Interface do Microsoft Portrait .....	81
Figura 21. Configuração de vídeo.....	82
Figura 22. Compactação de áudio.....	82
Figura 23. Contatos do CloudMeeting.....	84

Figura 24. Velocidade da conexão .....	85
Figura 25. Interface do CloudMeeting .....	86
Figura 26. Medidor de banda .....	87
Figura 27. Contatos do ooVoo .....	88
Figura 28. Videoconferência com <i>chat</i> .....	89
Figura 29. Videoconferência com transferência de arquivo .....	89
Figura 30. Configurações do vídeo .....	91

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores de referência para taxa de amostragem/aplicação.....	38
Tabela 2. Modos de operação da recomendação G.722.....	40
Tabela 3. Características dos protocolos SIP e H.323 .....	58
Tabela 4. Avaliação das Aplicações.....	68
Tabela 5. Avaliação de Cenários Distintos .....	69
Tabela 6. Avaliação do NetMeeting.....	76
Tabela 7. Avaliação do Speek Freely.....	79
Tabela 8. Avaliação do Microsoft Portrait.....	83
Tabela 9. Avaliação do CloudMeeting.....	87
Tabela 10. Qualidade de gravação do ooVoo .....	90
Tabela 11. Avaliação do ooVoo.....	92
Tabela 12. Avaliação dos <i>Softwares</i> .....	93

## LISTA DE SIGLAS

ACELP	<i>Algebraic Code-Excited Linear Prediction</i>
ADC	<i>Analog Digital Converter</i>
ADPCM	<i>Adaptative Differential Pulse Code Modulation</i>
AES	<i>Advanced Encryption Standard</i>
CODEC	Codificador / decodificador
CIF	<i>Common Intermediate Format</i>
CS-ACELP	<i>Conjugate Structure Algebraic Code Excited Linear Prediction</i>
DNS	<i>Domain Name System</i>
GNU	<i>General Public License</i>
GSM	<i>Global System Mobile</i>
HDTV	<i>High Definition Television</i>
HTML	<i>HyperText Markup Language</i>
HTTP	<i>HyperText Transfer Protocol</i>
IETF	<i>Internet Engineering Task Force</i>
ILS	<i>Internet Locator Server</i>
IP	<i>Internet Protocol</i>
IPX	<i>Internetwork Packet Exchange</i>
ISDN	<i>Integrated Services Digital Network</i>
ITU-T	<i>International Telecommunication Union Telecommunication</i>
LAN	<i>Local Area Network</i>
LD-CELP	<i>Low Delay Code Excited Linear Prediction</i>
LPC	<i>Linear Predictive Coding</i>
MC	<i>Multipoint Controller</i>

MCU	<i>Multipoint Controller Unit</i>
MP	<i>Multipoint Processor</i>
MPEG	<i>Moving Pictures Experts Group</i>
MPMLQ	<i>Multi Pulse Maximum Likelihood Quantization</i>
PCM	<i>Pulse Code Modulation</i>
PPP	<i>Point-to-Point Protocol</i>
PSTN	<i>Public Switched Telephone Network</i>
QCIF	<i>Quarter Common Intermediate Format</i>
RAS	<i>Remote Access Service</i>
RFC	<i>Request for Comment</i>
RTP	<i>Real Time Protocol</i>
RTCP	<i>Real Time Control Protocol</i>
RTXP	<i>Real Time Exchange Protocol</i>
SB-ADPCM	<i>Sub-Band Adaptive Differential Pulse Code Modulation</i>
SDP	<i>Session Description Protocol</i>
SIP	<i>Session Initiation Protocol</i>
SMTP	<i>Simple Mail Transfer Protocol</i>
SSL	<i>Security Socket Layer</i>
TCP	<i>Transmission Control Protocol</i>
UA	<i>User Agent</i>
UAC	<i>User Agent Client</i>
UAS	<i>User Agent Server</i>
UDP	<i>User Datagram Protocol</i>
VAT	<i>Visual Audio Tool</i>
WAN	<i>Wide Area Network</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>15</b>
1.1 OBJETIVO GERAL .....	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
1.3 JUSTIFICATIVA .....	17
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO .....	18
<b>2 VIDEOCONFERÊNCIA</b> .....	<b>20</b>
2.1 APLICAÇÕES DA VIDEOCONFERÊNCIA .....	21
2.2 CARACTERÍSTICAS DE VIDEOCONFERÊNCIA .....	22
2.3 SISTEMAS DE VIDEOCONFERÊNCIA .....	24
<b>2.3.1 Videoconferência baseada em estúdio</b> .....	<b>25</b>
<b>2.3.2 Videoconferência baseada em computador ou <i>desktop</i></b> .....	<b>25</b>
2.4 PROCEDIMENTOS DA VIDEOCONFERÊNCIA .....	26
<b>2.4.1 Reserva de Mecanismo</b> .....	<b>27</b>
<b>2.4.2 Pré-videoconferência</b> .....	<b>27</b>
<b>2.4.3 Conexão do Cliente</b> .....	<b>27</b>
<b>2.4.4 Gerenciamento da Videoconferência</b> .....	<b>27</b>
<b>2.4.5 Muting</b> .....	<b>28</b>
<b>2.4.6 Início e Término da Videoconferência</b> .....	<b>28</b>
2.5 SERVIÇOS DE VIDEOCONFERÊNCIA .....	28
<b>2.5.1 Serviços Ponto-a-ponto</b> .....	<b>29</b>
<b>2.5.2 Serviço Multiponto</b> .....	<b>30</b>
2.6 CENÁRIOS DE VIDEOCONFERÊNCIA .....	31
2.7 COMPONENTES MULTIMÍDIA PARA VIDEOCONFERÊNCIA .....	35
<b>2.7.1 Áudio</b> .....	<b>36</b>
<b>2.7.2 Compressão de Áudio</b> .....	<b>38</b>
2.7.2.1 G.711 .....	39
2.7.2.2 G.722 .....	39
2.7.2.3 G.723.1 .....	40
2.7.2.4 G.728 .....	40
2.7.2.5 G.729 .....	41
<b>2.7.3 Vídeo</b> .....	<b>41</b>
<b>2.7.4 Compressão de Vídeo</b> .....	<b>42</b>
2.7.4.1 H.261 .....	43
2.7.4.2 H.263 .....	44
2.7.4.3 MPEG .....	45
<b>2.7.5 Largura de Banda</b> .....	<b>46</b>
<b>2.7.6 Atraso</b> .....	<b>46</b>
<b>2.7.7 Jitter</b> .....	<b>48</b>
2.8 H.323 .....	49
<b>2.8.1 Características do Padrão H.323</b> .....	<b>50</b>
<b>2.8.2 Componentes do Padrão H.323</b> .....	<b>51</b>
2.8.2.1 TERMINAIS .....	51
2.8.2.2 GATEWAYS .....	52
2.8.2.3 GATEKEEPER .....	52
2.8.2.4 UNIDADES CONTROLE MULTIPONTO (MCU) .....	53

2.9 SESSION INITIATION PROTOCOL (SIP) .....	55
<b>2.9.1 Componentes de SIP .....</b>	<b>56</b>
2.9.1.1 <i>USER AGENT</i> .....	56
2.9.1.2 SERVIDORES <i>PROXY</i> .....	57
2.9.1.3 SERVIDORES DE REGISTROS .....	57
2.9.1.4 SERVIDOR DE REDIRECIONAMENTO.....	57
<b>2.9.2 Comparação entre protocolos H.323 e SIP .....</b>	<b>58</b>
2.10 PROTOCOLOS DE TRANSMISSÃO .....	58
<b>2.10.1 TCP.....</b>	<b>59</b>
2.10.1.1 Segmento TCP .....	60
<b>2.10.2 UDP .....</b>	<b>62</b>
2.10.2.1 Segmento UDP.....	62
<b>2.10.3 RTP.....</b>	<b>63</b>
2.10.3.1 Formato do Datagrama RTP .....	64
2.10.3.2 RTCP.....	65
<b>3 TRABALHOS CORRELATOS.....</b>	<b>67</b>
3.1 AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE VIDEOCONFERÊNCIA .....	67
3.2 CONTRIBUIÇÕES AO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO NA INTERNET BASEADO EM VIDEOCONFERÊNCIA E STREAMING.....	68
<b>4 ESTUDO DE CASO.....</b>	<b>70</b>
4.1 METODOLOGIA .....	70
<b>4.1.1 Parâmetros de Avaliação.....</b>	<b>71</b>
<b>4.1.2 NetMeeting.....</b>	<b>72</b>
<b>4.1.3 Speak Freely .....</b>	<b>76</b>
<b>4.1.4 Microsoft Portrait .....</b>	<b>80</b>
<b>4.1.5 CloudMeeting .....</b>	<b>83</b>
<b>4.1.6 ooVoo.....</b>	<b>87</b>
4.2 RESULTADOS OBTIDOS .....	92
<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>95</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>97</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, os meios de comunicação não se restringem mais a cartas e telefones, as possibilidades oferecidas por um canal de comunicação sobre redes de computadores vão além do texto escrito ou uma simples conversação. Com a evolução dos computadores e redes surgiram novos métodos de intercomunicação pessoal, dentre os quais se destaca a videoconferência.

A videoconferência pode ser definida como a transmissão de som e imagem, entre dois ou mais locais separados fisicamente, utilizando câmeras, microfones, monitores, caixas de som e outros. Baseados nesse conceito algumas aplicações podem modificar ou aumentar sua complexidade (GOMES, 2003).

No meio empresarial, pode ser usada como uma ferramenta alternativa para a realização de reuniões, possibilitando a comunicação em tempo real entre grupo de pessoas, com isso obtendo uma redução de custos, pois diminui a necessidade de longas viagens. Na telemedicina, pode prover condições para diagnosticar doenças e monitorar pacientes. No meio acadêmico, pode ser usada como uma ferramenta de auxílio para o processo de ensino-aprendizagem.

Devido à utilização da videoconferência nas mais diversas e diferentes situações, é necessário definir quais os equipamentos ideais devem ser utilizados para cada situação bem como, à infra-estrutura de rede, à qualidade de serviço requerida, o desempenho entre outros aspectos.

A conectividade e os serviços básicos são necessários, para que uma rede funcione adequadamente. Entretanto, para muitas aplicações a rede pode não funcionar adequadamente mesmo que a interconexão de equipamentos e serviços disponíveis estejam presentes.

Esse é o assunto do presente trabalho de pesquisa, demonstrando que a melhor utilização de um sistema de videoconferência pode contribuir em diversas áreas de atuação.

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as características e padrões baseando-se na recomendação F.730 para sistemas de videoconferência.

### 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Esta pesquisa objetiva a análise das características e padrões definidos pela recomendação F.730 para sistemas de videoconferência, entre os objetivos específicos, estão:

- a) estudar e aplicar os conceitos relacionados à videoconferência;
- b) descrever e utilizar as métricas de comparação de ambientes de videoconferência;
- c) analisar e descrever os padrões da recomendação F.730;
- d) analisar as características de áudio e vídeo no que diz respeito à transmissão em uma rede de computadores;
- e) utilizar um conjunto de parâmetros aplicados a sistemas de videoconferência;
- f) avaliar as características dos sistemas de videoconferência.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

A expansão da Internet vem ocorrendo de forma muito acelerada tornando-se cada vez mais acessível a todos. Pode ser utilizada para o compartilhamento de informações, independente de onde o usuário esteja localizado. Com o advento dos meios de comunicação o usuário sente cada vez mais a necessidade de comunicação utilizando as mais diversas formas, tais como imagem e som. Diante disso tem surgido uma quantidade cada vez maior de sistemas de videoconferência (UGGIONI, 2007).

As práticas de videoconferência já não são exclusivas para ambientes de negócio das grandes empresas, mas também para aplicações em ensino à distância, congressos, seminários, telemedicina e aplicações pessoais.

Nos diversos meios de aplicação, a videoconferência tem trazido inúmeras vantagens, como exemplo, a diminuição de custos, facilidades na comunicação, reuniões, cursos e palestras a distância, possibilitando o aprendizado à distância, despertando cada vez mais o interesse das pessoas em fazer uso desta tecnologia (LEOPOLDINO, 2001).

No meio educacional, as escolas, universidades e bibliotecas podem compartilhar dados e interagir por meio do intercâmbio de informações, como na realização remota de aulas e palestras. A troca de experiência entre professores e alunos a grandes distâncias pode ser realizada como se estivessem presentes, oferecendo uma oportunidade de formação a uma população numerosa, mesmo que dispersa geograficamente, por meio de programas para o ensino a distância (LEOPOLDINO, 2001).

Em redes locais, por exemplo, que funcionam normalmente 100 *Megabits* por segundos (Mbps), o desempenho não é muito afetado pela conexão da rede. Já em

redes *dial-up*, cujas taxas chegam ao máximo de 56,6 *kilobits* por segundo (Kbps), o desempenho pode ser muito degradado. Assim, muitas vezes uma aplicação pode não funcionar adequadamente mesmo em uma rede não congestionada, caso o seu acesso seja de baixa qualidade. Há também serviços básicos de rede que podem influenciar na comunicação, como *firewall*, onde todas as informações que passam por meio dele devem ser analisadas para decidir se elas podem ou não ser transmitidas à frente. A Internet, em momentos de congestionamento, pode não ser capaz de garantir o adequado transporte dos dados de uma aula à distância prejudicando o andamento dos trabalhos (TAROUCO et al., 2007).

Como visto acima, vários fatores podem influenciar na escolha de um sistema de videoconferência, e a correta escolha deve proporcionar uma melhor qualidade nas tarefas que desejam ser realizadas, além de ganhos financeiros.

#### 1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta pesquisa está organizada em quatro capítulos abordando os temas sobre videoconferência e suas características, além de uma avaliação de sistemas neste formato.

O primeiro capítulo mostra os objetivos e a justificativa para este trabalho de pesquisa. Como também a importância dos sistemas de videoconferência no mundo globalizado.

No segundo capítulo os aspectos relevantes à aplicação proposta são descritos. Bem como são apresentados os assuntos inerentes à videoconferência, como áudio, vídeo, compressão, largura de banda, atraso, *jitter* e protocolos de transmissão e comunicação.

No terceiro capítulo, são apresentados os trabalhos correlatos desenvolvidos e estudados nesta área no Brasil e no mundo.

No quarto capítulo, são apresentados os parâmetros definidos para a avaliação, e as aplicações utilizadas para a realização das avaliações.

E por fim, no quinto capítulo, a conclusão e os trabalhos futuros.

## 2 VIDEOCONFERÊNCIA

O homem precisa de algum meio para se comunicar com os outros, inicialmente utilizava a comunicação por meio de pinturas nas cavernas, gestos, fala, escrita, depois apareceu o telégrafo, o telefone e agora temos a Internet que permite a comunicação entre pessoas de qualquer parte do mundo numa enorme velocidade. Com a evolução tecnológica da Internet, dos computadores e das redes, criaram-se condições necessárias para suporte de transferências de dados em tempo real. A partir daí surgiram novos métodos de intercomunicação pessoal, dentre os quais a videoconferência.

A videoconferência começou a ser realizada por volta de 1960, em salas especialmente equipadas de elevado custo com o objetivo de fornecer comunicação entre pessoas dispersas geograficamente e com recursos de áudio e vídeo de forma bidirecional. É uma forma de comunicação interativa que permite duas ou mais pessoas que estejam em locais diferentes, possam se comunicar em tempo real, por meio da comunicação áudio visual (TAROUCO et al, 2007).

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).

Segundo Gomes (2003) 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 este significado sofre variações para melhor adequação à necessidade da aplicação. Algumas dessas variações ocorrem por motivos como a economia da largura de banda, segurança, desempenho, organização, mas sempre constituindo as características de uma videoconferência.

## 2.1 APLICAÇÕES DA VIDEOCONFERÊNCIA

A videoconferência pode ser aplicada em diversas áreas de atuação, entre as principais podemos citar as empresas, a telemedicina e a educação à distância.

É uma ferramenta eficiente que pode ser usada em cursos de educação à distância, esta tecnologia está sendo utilizada por universidades que a usam na instrução formal, em cursos especiais, projetos, entre outros. Ela permite também que se leve à educação a pessoas excluídas do processo de aprendizagem por alguma limitação, como por exemplo, deficientes físicos, presidiários e outros (CRUZ, 2001).

Conforme Bordignon (2001) para a telemedicina a videoconferência necessita de uma altíssima qualidade de imagens, mas tem uma utilização muito relevante. O diagnóstico de pacientes, o ensino da medicina, a realização de cirurgias controladas à distância são consideradas uma revolução na medicina.

Com os recursos da videoconferência podem ser realizadas reuniões, cursos, palestras, debates, com pessoas geograficamente separadas, mas estas são conduzidas como se todos os participantes estivessem no mesmo local trocando informações pessoalmente. Pode-se conversar com microfones e serem vistos por meio de telões, monitores, compartilhar programas, conversar por meio de bate-papos, apresentar *slides* entre outros (LEOPOLDINO, 2001).

Segundo Tarouco et al (2007) os sistemas de videoconferência são úteis também em várias outras situações:

- a) economia de tempo e dinheiro em viagens;
- b) alcance muitas pessoas em diferentes locais, simultaneamente;
- c) pode ser altamente motivadora;
- d) para empresas que precisam comunicar com clientes remotos;

- e) para empresas que precisam treinar remotamente um funcionário com qualificações específicas para um determinado projeto;
- f) para ensino à distância, ao se ministrarem aulas e palestras para escolas em locais remotos;
- g) para acesso aos profissionais da área médica e de áreas especializadas em geral, onde é necessária rapidez nas decisões;
- h) para pesquisas científicas, viabilizando maior e mais rápida divulgação dos resultados obtidos;
- i) para o sistema judicial, reduzindo o custo e aumentando a segurança associada ao transporte dos acusados;
- j) uma solução para vigilância, por meio de monitoramento.

## 2.2 CARACTERÍSTICAS DE VIDEOCONFERÊNCIA

F.730 (apud LEOPOLDINO, 2001) cita que a *International Telecommunication Union Telecommunication* (ITU-T) é uma organização responsável por coordenar padronizações relacionadas à telecomunicações, cria recomendações que são empregadas como referência para o desenvolvimento de soluções tecnológicas envolvendo redes e telecomunicações. Por meio de suas recomendações define uma série de características para que qualquer sistema de videoconferência pode, opcionalmente, oferecer suporte.

Caso se deseje que o sistema ofereça suporte à videoconferência, algumas dessas características devem ser seguidas (F.730 apud LEOPOLDINO, 2001):

- a) qualidade de áudio e vídeo: qualquer sistema de videoconferência deve fornecer a transmissão de áudio e vídeo, a qualidade define em dois tipos,

a básica fornece uma transmissão de sinais de áudio e vídeo de qualidade reduzida, já alta qualidade fornece uma qualidade de áudio e vídeo similar à difusão dos sinais de televisão;

- b) transmissão de imagens estáticas de alta resolução: permite a troca de imagens de alta definição, por exemplo, num diagnóstico médico;
- c) criptografia para garantir privacidade: uma característica essencial para sistemas que precisam manter a privacidade e segurança, impedindo que intrusos decodifiquem mensagens e acessem arquivos dos participantes;
- d) transmissão de dados em geral: pode ser capaz de transmitir mensagens textuais, documentos e manipular dados de um banco de dados entre os participantes;
- e) utilização de câmeras auxiliares: o sistema de videoconferência pode dar suporte a outras câmeras, onde o participante escolhe qual imagem ele deseja difundir;
- f) gravação de videoconferência: permitir gravar a transmissão possibilitando ao participante assistir uma videoconferência antiga quantas vezes quiser, e possibilitará ao participante que esteve ausente assistir o que perdeu;
- g) existência de um coordenador: o coordenador tem direitos especiais na videoconferência, podendo modificar a prioridade na passagem de permissão, desabilitar qualquer função ou expulsar qualquer usuário;
- h) identificação do interlocutor: o sistema de videoconferência contém um método que indica um dos diversos participantes como sendo o interlocutor;

- i) compatibilidade: deve ser possível à troca de informações com outros sistemas, sem a compatibilidade não há transmissão de áudio, vídeo e mensagens entre outros participantes. A compatibilidade é possível por meio de padrões comuns para a codificação de áudio e vídeo;
- j) facilidade de tradução: o sistema deve programar um algoritmo de reconhecimento de fala com tradução para outro idioma e síntese de voz;
- k) facilidade de recuperação de imagens estáticas ou em movimento: pode ser possível restaurar dados de um sistema de armazenamento para uma posterior apresentação a outros participantes;
- l) controle de acesso: pode implementar um algoritmo para garantir que um participante fale ou modifique qualquer coisa num determinado momento. O sistema ideal deve ter um mecanismo de controle de acesso à voz e a manipulação de arquivos, o controle de acesso pode ser feito por acionamento de botão onde o participante apertaria um botão indicando a requisição do controle, ou por detecção de silêncio onde o participante que deseja ter o controle de áudio simplesmente comece a falar ao detectar que o interlocutor está em silêncio;
- m) manipulação de documentos: devem ter ferramentas que permitem a manipulação de documentos compartilhados.

### 2.3 SISTEMAS DE VIDEOCONFERÊNCIA

Silva (2005) cita que os sistemas de videoconferência podem ser divididos em dois tipos, videoconferência baseada em estúdio ou baseada em computador.

### 2.3.1 Videoconferência baseada em estúdio

Esta modalidade de videoconferência pode ser realizada em salas especialmente preparadas com modernos equipamentos de áudio, vídeo e codificador/decodificador (*CODEC*), para fornecer vídeo e áudio de alta qualidade para reuniões, palestras e cursos.

### 2.3.2 Videoconferência baseada em computador ou *desktop*

Pode ser realizada em residências ou escritórios, usando computador pessoal equipado com *hardware* e *software* adequado, apropriado para o uso individual, ou para pequenos grupos.

Os principais elementos de um sistema de videoconferência, segundo Silva (2005) são:

- a) participante: usuário com direitos totalmente controlados pelo coordenador, a fala e as demais facilidades da videoconferência;
- b) organizador: indivíduo que tem como tarefa marcar a videoconferência e divulgar aos participantes a existência da mesma. Pode ser um participante ou não;
- c) coordenador: quem gerencia a videoconferência, está habilitado a incluir novos participantes, excluir algum participante inconveniente, alterar a configuração de acesso de cada usuário, além de intervir no algoritmo de controle de acesso implementado pelo sistema;

- d) apresentador: participante que detém o direito à fala e alteração dos documentos multimídia/hipermídia. Tal direito pode ser delegado a um secretário;
- e) secretário: detém o direito à escrita nos documentos multimídia/hipermídia da base compartilhada. Pode ser um participante ou não;
- f) assento: dispositivo lógico que pode ser preenchido por um participante ou secretário;
- g) base privada: sessão de trabalho de acesso e controle restrito a este usuário;
- h) hiperbase ou hiperbase pública: depósito de documentos persistentes acessados por todos os usuários da videoconferência, de acordo com seus direitos;
- i) base pública: depósito volátil de documentos que possibilita o trabalho cooperativo entre os participantes. É visível por todos, embora o controle de alteração seja realizado pelo sistema.

## 2.4 PROCEDIMENTOS DA VIDEOCONFERÊNCIA

Para a realização de uma videoconferência, existe uma série de etapas que devem ser realizadas (HANNEL, 2005).

### **2.4.1 Reserva de Mecanismo**

A reserva de mecanismo é o local onde estão os equipamentos e as salas para a realização da videoconferência.

### **2.4.2 Pré-videoconferência**

Esta fase é implementada antes da videoconferência, onde o organizador configura o ambiente, marca uma data e horário, faz a divulgação para os participantes. Determina as características de cada participante como quais terão acesso à mesma, quais os tipos de acessos cada um possui, quem será o coordenador entre outras informações.

### **2.4.3 Conexão do Cliente**

Nesta etapa consiste na conexão da estação em questão numa determinada videoconferência para a qual se fez uma reserva anteriormente.

### **2.4.4 Gerenciamento da Videoconferência**

Existem dois modos de gerenciamento, o não conduzido onde nenhum dos terminais tem prioridade sobre os demais, ou o conduzido onde um usuário é escolhido para ser o coordenador da videoconferência, e controla as transmissões das informações.

### **2.4.5 Muting**

Permite que cada participante possa desabilitar ou habilitar as funções de áudio e vídeo na sua estação de trabalho.

### **2.4.6 Início e Término da Videoconferência**

A videoconferência deve iniciar de acordo com o agendamento estabelecido na pré-videoconferência e no momento em que o coordenador determinar. Uma videoconferência deve terminar quando se acabar o tempo previsto na pré-videoconferência ou quando o último participante se desconectar da mesma voluntariamente ou pelo sistema. Um participante pode sair e retornar a qualquer instante, desde que os participantes, ou pelo menos o coordenador sejam informados.

## **2.5 SERVIÇOS DE VIDEOCONFERÊNCIA**

Com os grandes avanços da tecnologia um novo tipo de videoconferência tornou-se viável, a videoconferência em *desktop*, contrastando com a tradicional em salas virtuais que exigiam equipamentos caros e especiais, em *desktop* pode ser realizada com a inserção de *softwares* e *hardwares* em computadores padrão (TAROUCO et al, 2007).

Um serviço de videoconferência deve incluir um conjunto mínimo de ferramentas necessárias para facilitar a realização da videoconferência tanto para salas

virtual e *desktop*. Tais ferramentas devem aceitar o agendamento, a divulgação, a configuração do sistema para que a sessão possa ser realizada.

Conforme Tarouco et al (2007) um serviço de videoconferência pode ser utilizado para a realização de serviços ponto-a-ponto ou serviços multiponto.

### **2.5.1 Serviços Ponto-a-ponto**

Os serviços ponto-a-ponto acontecem quando somente duas pessoas se comunicam, compreendem aqueles em que apenas dois terminais participam da conexão e não utilizam um serviço de sala virtual, realizado por uma *Multipoint Controller Unit* (MCU). Neste tipo de serviço, os dois terminais são responsáveis pelo estabelecimento, manutenção e encerramento da conexão, não necessitando de qualquer outra entidade presente na rede (Figura 1).

Os serviços ponto-a-ponto utilizam sistemas de videoconferência mais econômicos, pode ocorrer por meio de uma rede *Local Area Network* (LAN), *Integrated Services Digital Network* (ISDN) ou, até mesmo, por meio de uma conexão Internet. O terminal de origem que realiza a chamada informa ao aplicativo de videoconferência o endereço do terminal chamado, por exemplo, um endereço *Internet Protocol* (IP). São sistemas que podem ser utilizados, por exemplo, por pessoas que trabalham fora de seus escritórios, desejando com eles manter contato, ou ainda com clientes remotos (TAROUCO et al, 2007).

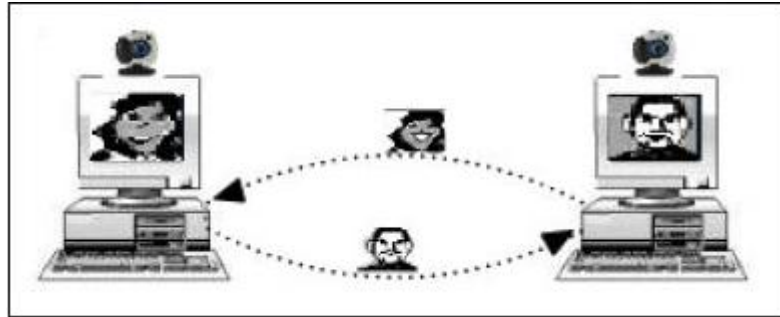


Figura 1. Serviço ponto a ponto  
Fonte: TAROUCO, L. et al (2007)

### 2.5.2 Serviço Multiponto

De acordo com Gomes (2003) o serviço multiponto é realizado quando existe uma interação entre vários participantes, onde mais de dois terminais conectam utilizando um serviço de sala virtual proporcionado por um MCU. As salas virtuais compreendem serviço multiponto com perfis de utilização diferenciados que define o tipo de conexão, a velocidade de transmissão, entre outros. Mais de uma sala virtual com o mesmo perfil poderá existir em um sistema de videoconferência, a fim de disponibilizar serviços idênticos para mais grupos de usuários. É fundamental a utilização do *gatekeeper*, sua principal função é gerenciar o estabelecimento, a manutenção e término das conexões, além de controlar a aceitação de cada terminal, a largura de banda, e impor regras de segurança entre outras funções (Figura 2).

Os serviços multipontos são vastamente empregados em sistemas de videoconferência e muito indicado para reuniões entre grupos de trabalho, discussão de pesquisas, e em aplicações que envolvem mais de dois usuários (GOMES, 2003).



Figura 2. Serviço multiponto  
Fonte: TAROUCO, L. et al (2007)

## 2.6 CENÁRIOS DE VIDEOCONFERÊNCIA

Um cenário é constituído de um ou vários computadores ou de uma ou mais salas preparadas para videoconferência com microfones, câmeras, entre outros equipamentos necessários. Este cenário é preparado de acordo com o formato da sessão e pela quantidade de pessoas que podem estar participando, podendo ser individual ou em grupo (LEOPOLDINO, 2001).

De acordo com Silva (2005) neste primeiro cenário o modo de comunicação realizado é o ponto a ponto, onde duas pessoas separadas geograficamente se comunicam por meio de seus computadores pessoais equipados somente com câmeras e microfones. É o cenário que necessita de menor investimento em equipamento e em preparação do ambiente para os participantes (Figura 3).

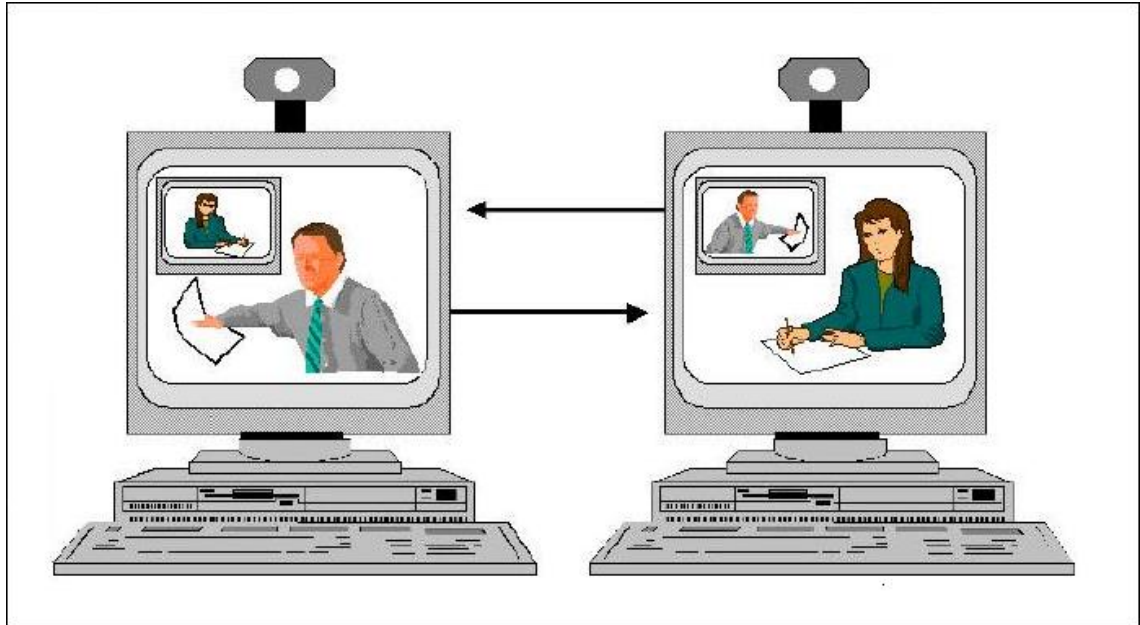


Figura 3. Videoconferência entre duas pessoas  
Fonte: SILVA, V. (2005)

Neste cenário a realização de uma videoconferência ocorre entre um grupo de pessoas numa sala e um participante no seu computador individual, como mostra a Figura 4, este modelo de videoconferência tem um custo maior, em relação ao cenário anterior, devido à obrigatoriedade de ter uma sala devidamente equipada para comportar o grupo e também se faz necessário uma maior qualidade de transmissão de áudio e vídeo, assim conseqüentemente equipamentos mais caros (LEOPOLDINO, 2001).

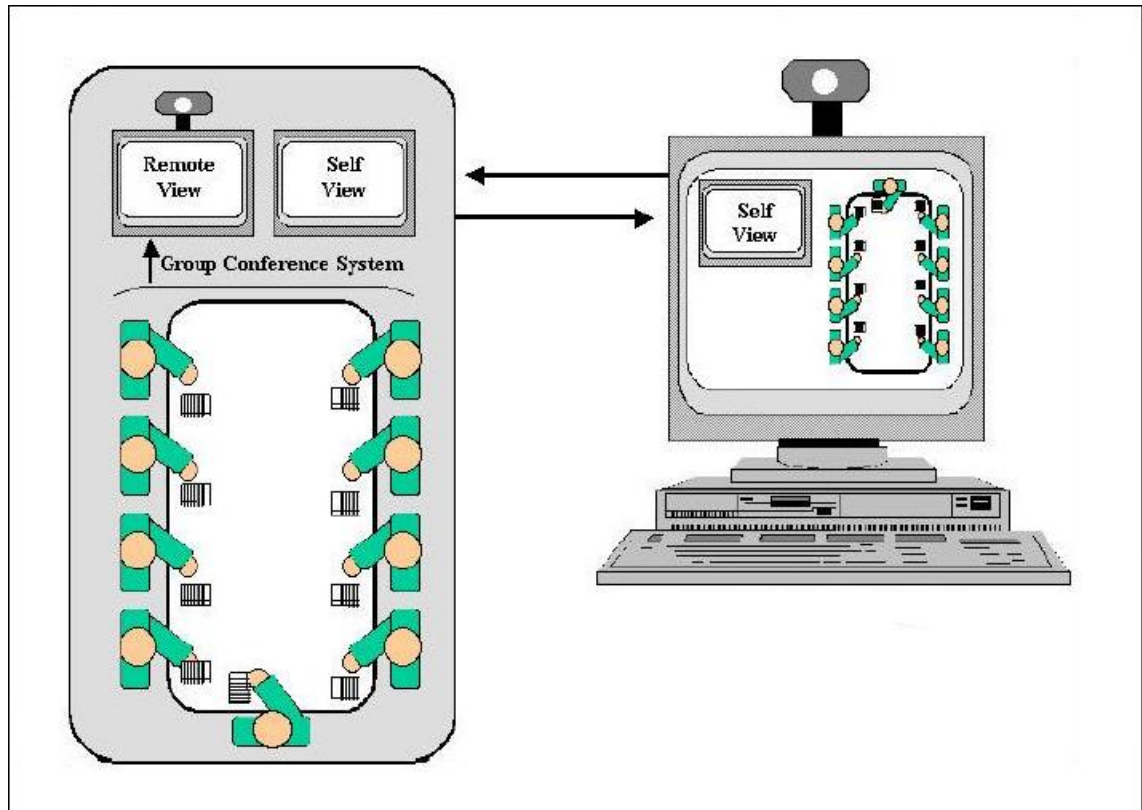


Figura 4. Videoconferência entre uma pessoa e um grupo  
Fonte: LEOPOLDINO, G. (2001)

O próximo cenário envolve uma videoconferência entre dois grupos de pessoas em salas diferentes, Figura 5, este modelo de videoconferência tem um custo superior em relação ao anterior, pois tem a necessidade ter duas salas devidamente equipadas para comportar os dois grupos (SILVA, 2005).

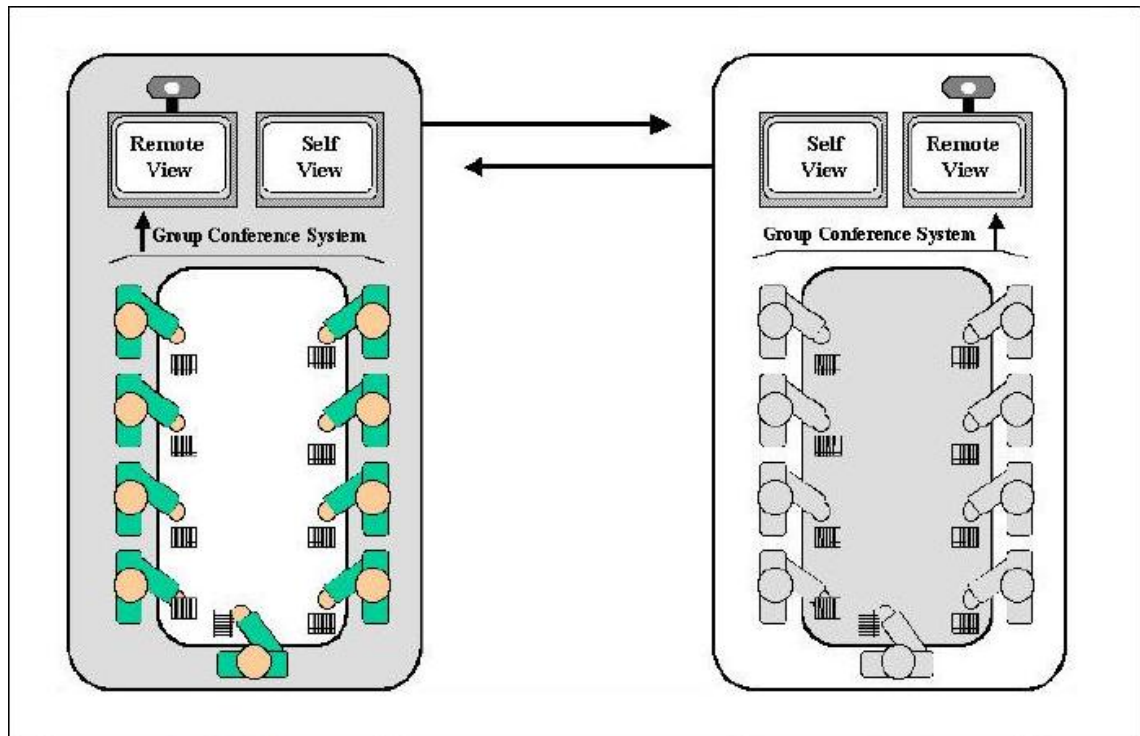


Figura 5. Videoconferência entre dois grupos de pessoas  
 Fonte: SILVA, V. (2005)

Leopoldino (2001) cita que este cenário é utilizado para a comunicação entre diversos participantes em lugares diferentes, cada um utilizando seu computador pessoal, e também um grupo que participa em uma sala de videoconferência (Figura 6). Neste cenário tem-se a necessidade de um coordenador que gerencie a sessão de videoconferência determinando o direito de quem fala a cada instante, quanto maior o número de usuários em diferentes pontos, mais complexo se torna o trabalho do coordenador. A função do coordenador pode ser realizada por um participante ou um sistema de controle.

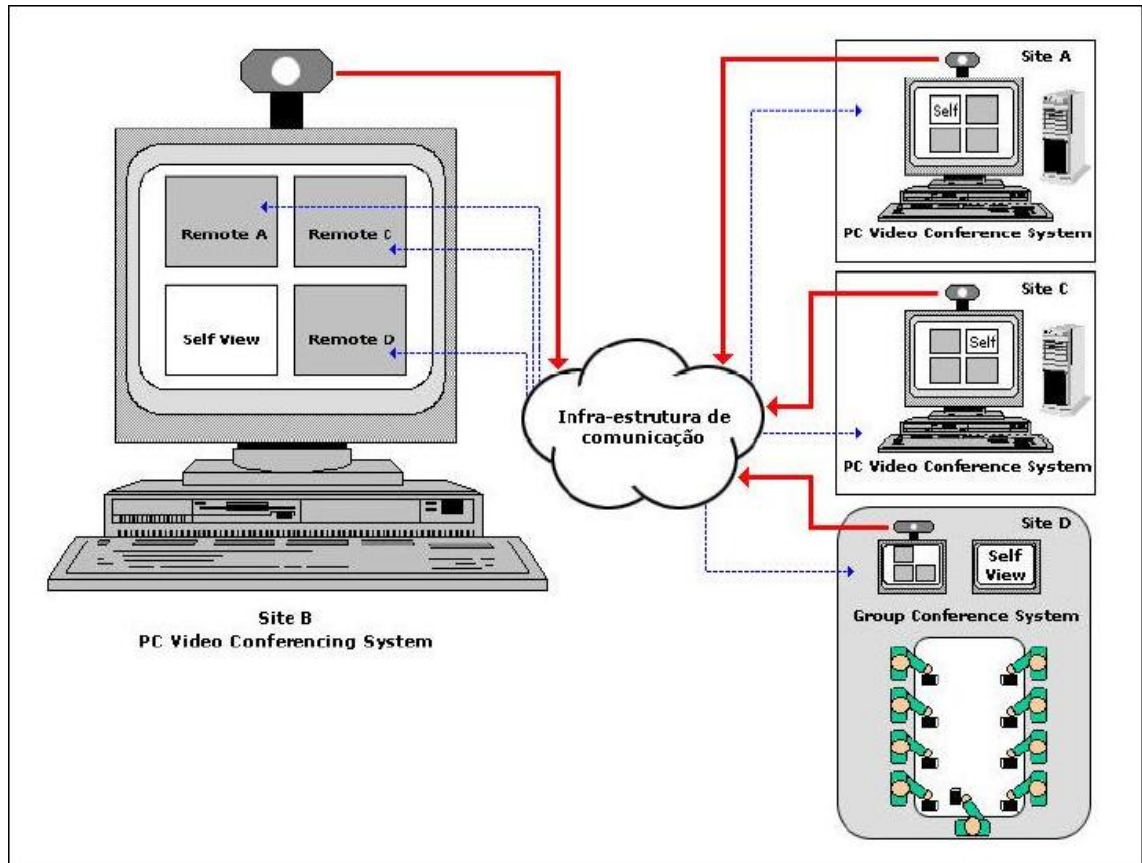


Figura 6. Videoconferência entre um grupo e diversas pessoas  
 Fonte: LEOPOLDINO, G. (2001)

Nos sistemas de videoconferência, além dos aspectos sobre a própria videoconferência abordados até este momento, é importante conhecer as características de comunicação utilizadas para a transmissão em tempo real de dados multimídia. Na seqüência serão apresentadas algumas características de áudio e vídeo e a forma que esses dados trafegam por uma rede de computadores.

## 2.7 COMPONENTES MULTIMÍDIA PARA VIDEOCONFERÊNCIA

Em aplicações multimídia, como por exemplo, uma videoconferência, vários componentes estão envolvidos para que se tenha uma aplicação com desempenho e qualidade satisfatória. Sendo a transmissão de áudio e vídeo seus principais

componentes é muito importante abordar seus conceitos. Na Figura 7 são exibidos os passos de uma transferência multimídia.

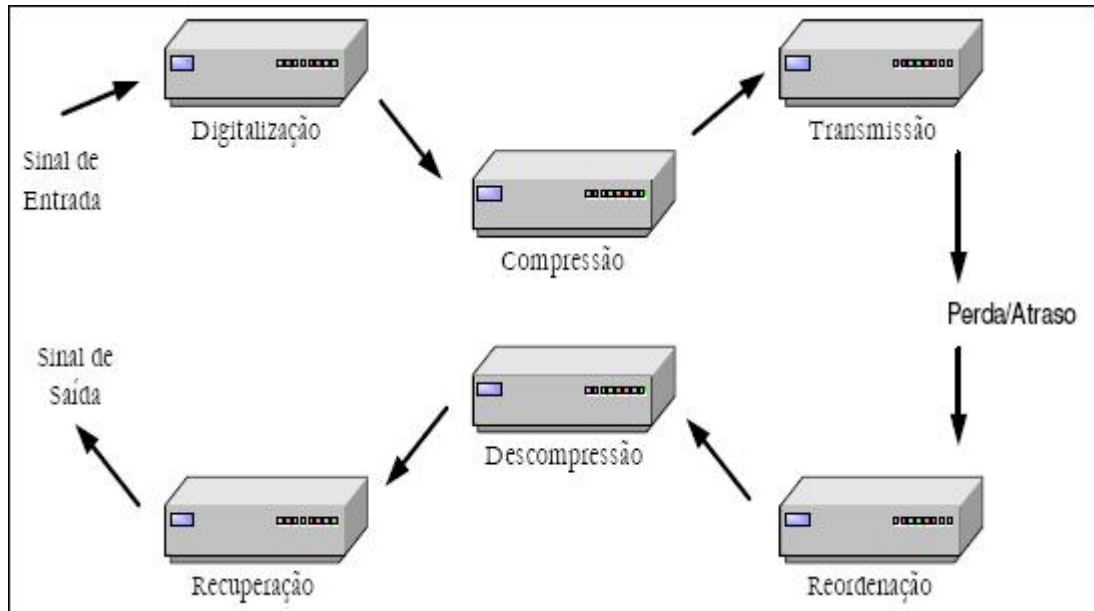


Figura 7. Passos de uma transferência multimídia  
Fonte: LOPES, C. (2004)

Primeiramente, o sinal de entrada passa por um processo de digitalização, depois de compressão, onde seu tamanho diminui consideravelmente, podendo assim ser transmitido por uma rede, onde podem ocorrer alguns atrasos. Quando os dados chegam ao receptor é realizado o processo de reordenação, descompressão e recuperação para a situação original (LOPES, 2004).

### 2.7.1 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. A frequência dos sons se mede em hertz (Hz), e amplitude ou

energia se mede em decibéis. Os sons audíveis pelo ouvido humano têm uma faixa de frequência típica entre 20 Hz e 20000 Hz (BORDIGNON, 2001).

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).

O som mecânico torna-se um sinal de áudio a partir do momento que é realizada a conversão para um sinal elétrico (analogico). Este sinal elétrico é medido normalmente em *volts*. Para que os sistemas computacionais processem e comuniquem sinais de áudio, o sinal elétrico deve ser convertido em um sinal digital. O mecanismo que converte o sinal de áudio analógico em digital é chamado de *Analog Digital Converter* (ADC).

Os CDs de musicais utilizam a taxa de 44.100 amostras por segundo, o que significa que o limite superior utilizado é de 22.050 Hz. Cada amostra possui 16 *bits* permitindo a representação de 65.536 valores, bastante inferior ao valor máximo de amplitude que o ouvido humano é capaz de reconhecer, nas mais baixas frequências, cerca de 1 milhão. A diferença causada entre a amplitude captada pelo ouvido humano e a capacidade de digitalização causa perda de qualidade, definida como ruído de quantização. Um CD convencional requer  $44.100 \times 16 = 705.600$  *bits*, ou 705.6 Kbps. Como desejamos ouvir nossas músicas em modo estéreo, é preciso dobrar esta taxa, o que resulta em uma taxa de 1.411 Mbps (TANENBAUM, 1997).

A Tabela 1 ilustra os valores de referência para a taxa de amostragem aceitável para cada tipo de aplicação.

Tabela 1. Valores de referência para taxa de amostragem/aplicação

<b>Amostras</b> (bit por segundo)	<b>Aplicação</b>
8.000	Telefonia
32.000	Transmissão de fluxos de áudio de Rádios Digitais
37.800	Taxa padrão para leitura de CD-ROM com alta qualidade
44.056	Usado por equipamentos profissionais de áudio
44.100	CD de áudio

Fonte: SERRA, A. (2001)

De acordo com Bordignon (2001) o sinal de áudio pode ser digitalizado. Três fatores influenciam na qualidade do áudio reproduzido após um processo de digitalização:

- a) a taxa em que as amostras são coletadas;
- b) a quantidade de *bits* utilizada para representar cada valor da amostra;
- c) o número de canais utilizados.

Depois de digitalizado, ele pode ser armazenado em arquivos, criptografado, compactado e posteriormente transmitido por meio de uma rede de computadores ou gravado em CD.

### 2.7.2 Compressão de Áudio

Áudio digital não comprimido requer uma grande quantidade de largura de banda para ser transmitido. Para a redução das taxas requeridas na transmissão de áudio, existem muitas técnicas usadas para compressão, tipicamente essas técnicas podem realizar compressão e descompressão em tempo real via *software* ou *hardware* (SERRA, 2002).

### 2.7.2.1 G.711

A recomendação G.711 é também conhecida como *Pulse Code Modulation* (PCM) o áudio é transformado em uma série de amostras, com uma amplitude. A codificação é realizada a uma taxa 8 kHz, utilizando 7 ou 8 *bits* por amostra. A taxa de transmissão dessa codificação resulta 56 e 64 Kbps. A especificação G.711 pode codificar frequências de áudio entre 0 e no máximo de 4 kHz (TAROUÇO et al, 2007).

Existem várias aplicações para o PCM, este é o padrão utilizado pela empresas prestadoras de serviços telefônicos, onde o sinal de voz é digitalizado pela central telefônica no formato PCM e transmitido no formato digital entre as centrais, sendo novamente convertido em sinal analógico ao chegar à central telefônica do destinatário (BORDIGNON, 2001).

### 2.7.2.2 G.722

Segundo Tarouco et al (2007) a recomendação G.722 apresenta as características de sistemas de codificação de áudio de 50 Hz a 7 kHz aplicando a técnica de codificação chamada *Sub-Band Adaptive Differential Pulse Code Modulation* (SB-ADPCM) a uma taxa de 64 Kbps. Com está técnica, a frequência de banda é dividida em duas sub-bandas, alta e baixa, e utiliza o método *Adaptive Differential Pulse Code Modulation* (ADPCM) para codificar os sinais em cada sub-banda. No G.722 existe três modos de operação para o áudio a 7 kHz (Tabela 2).

Tabela 2. Modos de operação da recomendação G.722

Modo	Taxa de bits de áudio a 7 Khz codificado	Taxa de bits do canal de dados auxiliar
1	64 kbit/s	0 kbit/s
2	56 kbit/s	8 kbit/s
3	48 kbit/s	16 kbit/s

Fonte: TAROUCO, L. et al (2007)

### 2.7.2.3 G.723.1

O G.723.1 refere-se a um algoritmo de codificação empregado para compreensão de voz e outros sinais de áudio para multimídia em uma baixa taxa de transmissão. Possui duas taxas de transmissão uma de 6.3 Kbps e a outra de 5.3 Kbps. A taxa mais elevada fornece uma voz de melhor qualidade, porém a taxa mais baixa também fornece uma boa qualidade de voz, mas um pouco inferior. A diferença entre essas duas taxas é que a de 6.3 Kbps, o codificador utiliza o *Multipulse Maximum Likelihood Quantization* (MPMLQ), enquanto que na taxa de 5.3 Kbps é empregado o *Algebraic Code-Excited Linear Prediction* (ACELP).

Este codificador foi desenhado para operar com um sinal digital obtido de um sinal analógico resultante de filtragem empregada em sistemas telefônicos. Após 8.000 amostragens por segundo, o sinal é convertido em um PCM linear de 16 bits, servindo de entrada para o codificador. A saída do decodificador é convertida para analógica de forma similar (TAROUCO et al, 2007).

### 2.7.2.4 G.728

De acordo com Tarouco et al (2007) a recomendação G.728 utiliza para a codificação o algoritmo *Low Delay Code Excited Linear Prediction* (LD-CELP), que

faz a compactação do áudio a 3.1 kHz para uma taxa de transmissão de 16 Kbps. O G.728 possui a qualidade do G.711 com uma taxa de transmissão 4 vezes menor, é principalmente usada em sistemas que funcionam a 56 ou a 64 Kbps.

#### 2.7.2.5 G.729

O padrão G.729 é utilizado para compressão de voz de um sinal digital em uma taxa de transmissão de 8 Kbps, usando o *Conjugate Structure Algebraic Code Excited Linear Prediction* (CS-ACELP) que foi desenvolvido para funcionar com um sinal digital, obtendo uma amostragem de 8 kHz, por meio de uma conversão PCM de 16 *bits* (GOMES, 2003).

### 2.7.3 Vídeo

Um vídeo é um conjunto de imagens estáticas exibidas em um determinado intervalo de tempo, a reprodução de imagens a uma velocidade de 25, ou mais, quadros por segundo é capaz de provocar a sensação de animação. O sinal de vídeo é fundamental para um sistema de videoconferência, criando uma maior interatividade entre os usuários. Porém, faz-se necessário um enorme cuidado na quantidade de dados envolvidos. Compressão e disponibilidade de largura de banda são essencialmente requeridas para um sistema neste formato (SERRA, 2001).

Conforme Bordignon (2001) as imagens são armazenadas em quadros (*frames*), que consiste na captura de uma seqüência de imagens estáticas para criação de um vídeo. 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. Para a obtenção de um vídeo com ótima qualidade, necessariamente tem-se um consumo de taxa de *bits* alto. Essa relação sempre deve ser levada em consideração em um sistema de videoconferência, pois a qualidade da sessão está relacionada com a qualidade da imagem conforme a largura de banda disponível.

Algumas características são importantes para que se defina uma imagem de qualidade e por conseqüência o consumo do tráfego da rede. A resolução define as dimensões das imagens (quantidade de colunas de *pixels* x quantidade de linhas de *pixels*), adotadas na sessão de videoconferência, a quantidade de cores é o número de *bits* utilizados para expressar cada uma das cores básicas, já sua taxa de quadros é o número de quadros (*frames*) apresentados por segundo. Para aplicações profissionais, se utiliza os valores de 15 ou 30 quadros por segundo, sendo que para aplicações *desktop* na Internet usa-se 2 quadros por segundo (BORDIGNON, 2001).

Tentando solucionar o problema das altas taxas de transferências requisitadas para transmissão de um vídeo, existem várias técnicas e algoritmos para a compactação de vídeo viabilizando assim sua utilização com ótima qualidade sem prejudicar o tráfego das informações.

#### **2.7.4 Compressão de Vídeo**

Imagens gráficas e vídeos não comprimidos ocupam muito espaço, desta forma é necessária à compressão para que possam ser armazenados e transmitidos.

Para a compressão, e empregada algumas técnicas e algoritmos para substituir informações originais por outras mais compactas. Após ser transmitido e

recebido é realizado o processo de descompressão. Independente da técnica e algoritmo utilizado, a compressão está relacionada com o fato de que o dado armazenado ou transmitido obrigatoriamente deve ser menor que o dado original sem que esta diferença comprometa o entendimento das informações. Normalmente, quanto mais eficiente o algoritmo de compressão, maior o seu tempo de processamento (TAROUCO et al, 2007).

Segundo Bordignon (2001) existem dois tipos de compressão. A intraframe, na qual os quadros são codificados com referência a si mesmos independente das relações dos outros quadros com o atual. No outro tipo de compressão conhecido como interframe, os quadros são codificados a partir do quadro de referência.

Algumas técnicas importantes para compressão e codificação de vídeo são discutidas a seguir, sendo que a escolha da técnica mais adequada depende da aplicação a ser implementada.

#### 2.7.4.1 H.261

O H.261 é um padrão de codificação de vídeo publicado pela ITU-T muito utilizado em equipamentos profissionais para videoconferência.

De acordo com Gomes (2003) este padrão foi projetado para taxas de transferência de dados que são múltiplos de 64 Kbps em algumas vezes é chamado de  $p \times 64$  Kbps onde  $p$  varia entre 1 até 30. Estas taxas são apropriadas para linhas ISDN para as quais o *CODEC* de vídeo foi inicialmente projetado. O padrão descreve os métodos dos *CODECS* de vídeo para imagens em movimento que fazem parte de um serviço audiovisual para taxas de  $p \times 64$  Kbps.

O H261 suporta dois formatos, o *Quarter Common Intermediate Format* (QCIF) que possui resolução de 176x144 e o formato *Common Intermediate Format* (CIF), que possui resolução de 352x288.

O algoritmo inclui uma estrutura que otimiza a utilização da largura de banda, onde movimentos mais lentos têm melhor qualidade e movimentos rápidos possuem menor qualidade de imagem. Usada dessa maneira, o H.261 apresenta taxa constante de bits, mas não uma taxa constante de qualidade de imagens, que caracteristicamente gera taxas de bits variáveis (BORDIGNON, 2001).

#### 2.7.4.2 H.263

De acordo com Gomes (2003) o H.263 também padronizado pela ITU-T foi desenvolvido para o padrão H.323, sendo utilizado para compreensão de imagens em movimento e componentes audiovisuais em baixas taxas de transmissão de dados, é uma evolução do H.261.

Este padrão foi desenvolvido para LAN e Intranets corporativas, uma vez que esse ambiente pode ser controlado e gerenciado. Por ser um padrão aberto e por sua característica, tornou-se o favorito para a Internet.

Utiliza técnicas de precisão de movimentos interframes e possui maior performance e estratégias de recuperação de erros, além de suportar uma maior variedade de resoluções em relação ao H 261. Suporta o formato QCIF com resolução de 176x144, CIF com 352x288, SUB-QCIF com 128x96, 4CIF com 704x480 e 16CIF com resolução de 1408x1152 (BORDIGNON, 2001).

### 2.7.4.3 MPEG

O *Moving Pictures Experts Group* (MPEG) é um grupo de padrões que provê compressão do conteúdo multimídia. O MPEG foi desenvolvido especialmente para permitir a transmissão de imagens padrão *broadcast* a uma taxa de dados que varia entre 1 e 1.5 Mbps. É utilizado para TVs digitais, DVD, vídeo na Internet e outras aplicações. Segundo Gomes (2003) o MPEG está dividido em quatro padrões diferentes:

- a) MPEG-1: destina-se à armazenagem de seqüências de áudio sincronizado e vídeo colorido em um CD-ROM. Esta opção funciona a uma transferência em torno de 1 a 1.5 Mbps. Na prática, a taxa de *bit* do canal de vídeo permanecerá entre 1.15 a 1.2 Mbps. As taxas de compressão de vídeo são na ordem de 50:1 a 100:1 e para descompressão demanda alta performance da CPU;
- b) MPEG-2: este padrão acabou com a limitação do MPEG-1 que só utilizava o modo de leitura progressivo. O MPEG-2 possui a característica de suportar o vídeo entrelaçado, assim destina-se a TV com qualidade de estúdio e canais de áudio com qualidade de CD com taxa de 4 a 9 Mbps. Pode manipular resolução de 720x480 *pixels*;
- c) MPEG-3: destina-se a codificação e compressão de *High-Definition Television* (HDTV). Contudo, com um resultado rápido e positivo, o MPEG-2 incluiu o padrão HDTV, assim se tornando completo e o MPEG-3 foi cancelado (BORDIGNON, 2001);
- d) MPEG-4: um padrão extremamente poderoso que tem o objetivo de permitir a transmissão de imagens com alta qualidade em taxas de transmissões baixas. Trabalha com uma resolução de 176x144 para o

desenvolvimento de serviço de videoconferência sobre Internet (GOMES, 2003).

### **2.7.5 Largura de Banda**

Segundo Bordignon (2001) a largura de banda é a capacidade de transmissão de dados em uma rede, é o tamanho do canal de comunicação para o envio e recepção de dados, sendo mensurada em *kilobits* por segundo (Kbps) ou *megabits* por segundo (Mbps). Indica a capacidade máxima de transmissão teórica de uma conexão, entretanto, na medida em que a taxa de transmissão utilizada se aproxima da largura de banda teórica máxima, fator negativo como atraso na transmissão das informações podem causar deterioração na qualidade.

Largura de banda é um fator essencial para que se tenha uma qualidade nas aplicações multimídia, pois a sua disponibilidade influencia na quantidade de dados que podem trafegar na rede.

### **2.7.6 Atraso**

Segundo Lopes (2004) o atraso, em redes de comunicação de dados, é o tempo necessário para uma informação atravessar a rede, ou seja, é o intervalo de tempo entre o momento em que um pacote está pronto para ser transmitido a partir da sua origem, e o momento que o pacote chega ao seu destino. Caso esse atraso seja muito grande, prejudica uma conversação por meio da rede, tornando difícil o diálogo e a interatividade necessária para certas aplicações.

As aplicações sem interatividade audiovisual não são muito afetadas pelo retardo introduzido pelas redes, porém as aplicações multimídias são as que possuem menor tolerância aos atrasos de transmissão, exigindo um maior desempenho da rede. A videoconferência é extremamente exigente com o desempenho da rede, pois além da necessidade de uma transmissão rápida, o usuário tem uma percepção maior sobre o atraso (BORDIGNON, 2001).

Os atrasos podem ser divididos em atraso de transmissão, de codificação e de empacotamento, que são definidos da seguinte forma:

- a) atraso de transmissão: é o tempo que leva para o pacote sair da placa de rede do computador de origem e chegar à placa de rede do computador destino. Alguns fatores influenciam esse tempo, como o atraso do meio físico, que é o atraso da mensagem no meio de transmissão, tem uma grande variação, por exemplo, num enlace de satélite o tempo típico é de 250 ms. O tempo de espera nas filas de transmissão depende do congestionamento da rede no momento da transmissão, e também do tamanho da fila (TANENBAUM, 1997);
- b) atraso de codificação e decodificação: é o tempo necessário para realizar o processo de codificação dos dados na máquina origem e o processo de decodificação dos dados na máquina destino. Áudio e vídeo são codificados em um padrão, como por exemplo, o G.711 para áudio e H.261 para vídeo. O atraso varia de acordo com o padrão adotado (BORDIGNON, 2001);
- c) atraso de empacotamento e desempacotamento: depois de codificado, o dado deve ser empacotado por meio dos protocolos a fim de ser

transmitido na rede, depois é desempacotado no destino, gerando assim mais um intervalo de atraso (LOPES, 2004).

### 2.7.7 Jitter

Segundo Comer (2001) *jitter* se refere à variação de atraso que uma rede introduz, acarretando tempos diferentes na entrega dos pacotes. Uma rede com *jitter* demora mais tempo para entregar certos pacotes do que para entregar outros, já com retardo constante leva o mesmo tempo para transferir cada pacote.

As aplicações sem interatividade não são muito afetadas pelo *jitter*, porém em aplicações multimídia como videoconferência e VoIP são extremamente sensíveis a variação de atraso na entrega dos pacotes.

Os pacotes são gerados em seus locais de origens a taxas constantes, mas ao atravessarem a rede, sofrem retardos diferentes, gerando o *jitter*, e chegam ao local de destino não sincronizado. Para amenizar este problema em aplicações multimídia, o destino possui um *buffer* para armazenamento dos pacotes e posterior envio na taxa originalmente transmitida à rede de dados pela origem (LOPES, 2004).

Deve-se tomar bastante cuidado com a utilização de *buffer*, pois pode resolver o problema do *jitter*, mas pode aumentar o retardo.

A utilização ideal do tamanho do *buffer* de *jitter* é muito importante para a qualidade da transmissão. Se o *buffer* é pequeno demais, pode não conseguir abrigar uma grande quantidade de pacotes, não sendo capaz de armazenar um número de pacotes necessário para anular o efeito do *jitter*. Caso o *buffer* seja grande demais, acentua-se o problema de interrupção entre sessões interativas, ou seja, interrupções

entre as falas dos locutores ou entre as respostas dos participantes de uma videoconferência (BORDIGNON, 2001).

## 2.8 H.323

Segundo Medeiros e Leopoldino (2007) este padrão surgiu em 1996 e tem sido utilizado em aplicações de voz sobre IP, videoconferência em *desktop*, computação colaborativa, ensino a distância, aplicações de *helpdesk*, entre outros.

O padrão H.323 é parte da família de recomendações ITU-T H.32x, que pertence à série H da ITU-T, que define como os dados multimídias são transmitidos por meio de redes de computadores. A recomendação H.323 foi projetado para adaptar as funcionalidades do padrão H.320 em redes baseadas em pacotes e que não provêm uma garantia de qualidade de serviço. Além disso, o H.323 define padrões de *CODECS* para os fluxos de dados de áudio e vídeo, garantindo que produtos baseados neste padrão, mas de fabricantes diferentes interoperem entre si (MEDEIROS; LEOPOLDINO, 2007).

Redes baseadas em pacotes incluem as redes IP como a Internet, redes *Internetwork Packet Exchange (IPX)*, as redes metropolitanas, as redes de *Wide Área Network (WAN)* e ainda conexões discadas usando *Point-to-Point Protocol (PPP)* (GOMES, 2003).

De acordo com Uggioni (2007) o padrão H.323 é completamente independente dos aspectos relacionados à rede. Dessa forma, podem ser utilizadas quaisquer tecnologias de enlace, como *Ethernet*, *Fast Ethernet*, ou *Token Ring*. Em relação à topologia da rede não há restrições, podendo consistir tanto de uma única

ligação ponto a ponto, ou um único segmento de rede, ou ainda serem complexas, incorporando vários segmentos de redes interconectados.

### 2.8.1 Características do Padrão H.323

A principal característica do padrão H.323 é a especificação de componentes, protocolos e procedimentos que provêm serviços para comunicação multimídia, comunicação em tempo real com áudio, vídeo e dados, sobre redes baseadas em pacotes (redes baseadas em IP ou IPX). Em relação a outras características, conforme Medeiros e Leopoldino (2007) podem-se citar:

- a) possibilita interoperabilidade entre aplicações de diferentes fabricantes;
- b) o H.323 funciona em arquiteturas de rede comuns, mas com a evolução da tecnologia de redes onde proporciona maiores limites de velocidade e largura de banda entre outros, as soluções H.323 podem tirar maior proveito desses benefícios;
- c) o H.323 é independente de plataforma ou aplicação, não é específico para determinado *hardware* ou sistema operacional, podendo ser utilizado em computadores pessoais para videoconferência, telefones IP, televisões a cabo, entre outros;
- d) suporta videoconferências multiponto, ou seja com três ou mais participantes simultaneamente;
- e) provê padrões de *CODECS*, onde estabelecem padrões para compreensão e descompreensão de dados, vídeos e áudio;
- f) o H.323 gerencia a largura de banda, pois o tráfego de vídeo e de áudio demandam alta largura de banda, o que pode congestionar uma rede. Este

padrão contém mecanismos que podem limitar o número de conexões simultâneas dentro da rede, ou até mesmo a largura de banda disponível para aplicações H.323. Isto é possível utilizando *gatekeeper*;

g) com o H.323 é possível realizar videoconferências entre usuários numa rede LAN para outras redes totalmente diferentes, como por exemplo, rede telefônicas ou ISDN. Isto é possível utilizando o *gateway*.

## 2.8.2 Componentes do Padrão H.323

Segundo ITU (2007) o padrão H.323 define quatro componentes principais para um sistema de comunicações baseados em redes: Terminais, *Gateways*, *Gatekeepers* e Unidades Controle Multiponto (MCU).

### 2.8.2.1 Terminais

Os terminais ou *endpoints* são estações de rede que utilizam o protocolo H.323, possuem a capacidade de comunicação em tempo real e bidirecional com outros terminais H.323, um *gateway* ou um MCU.

A comunicação estabelecida envolve a transmissão, recepção e o controle de áudio, vídeo e dados, onde todos os terminais devem suportar áudio, já o suporte para vídeos e dados é opcional (MEDEIROS; LEOPOLDINO, 2007).

### 2.8.2.2 Gateways

*Gateway* é um terminal que pertence a uma LAN que fornece comunicação em tempo real e bidirecional entre terminais H.323 instalados em uma determinada LAN, e outros terminais de padrões diferentes, como o H.310, H.320, H.321, ITU-T pertencentes a uma WAN ou a outro *gateway* H.323 (TAROUCO et al 2007).

O *gateway* é um elemento opcional em uma videoconferência H.323. *Gateways* provêm muitos serviços, onde o principal é a tradução entre os terminais da videoconferência H.323 e outros tipos de terminais. A Figura 8 mostra um *Gateway* H.323/*Public Switched Telephone Network* (PSTN).

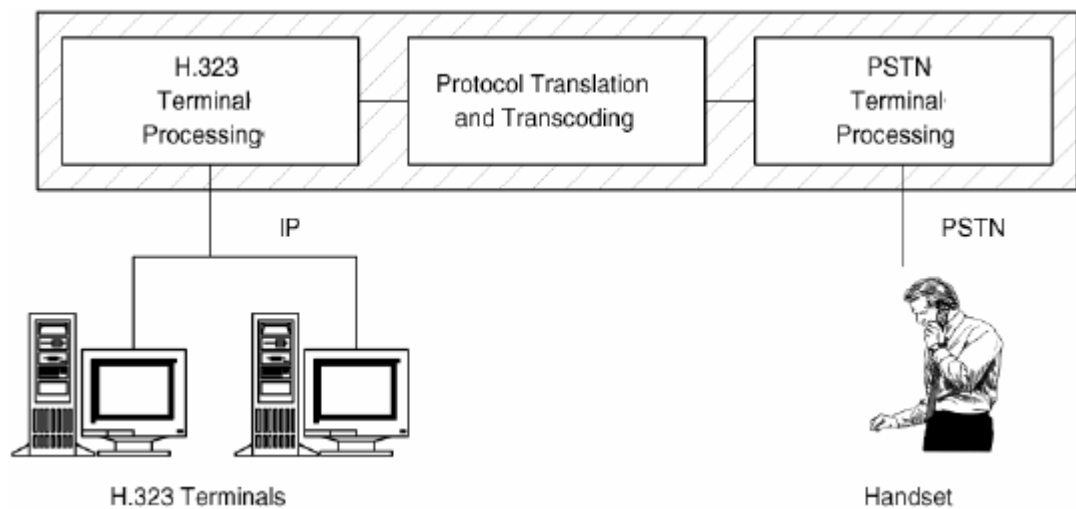


Figura 8. Gateways H.323  
Fonte: TAROUCO, L. et al (2007)

### 2.8.2.3 Gatekeeper

O *gatekeeper* é um dos componentes mais importantes em um sistema de videoconferência. Sua principal função é gerenciar todos os procedimentos de conexão dos terminais vinculados à sua zona de atuação. Zona é a área de atuação do *gatekeeper*

e pode ser composta por um conjunto de terminais, MCUs e *gateways* sendo todos gerenciadas por um único *gatekeeper*. Em uma rede é possível a existência de várias zonas, mas cada uma deve ser gerenciada por um único *gatekeeper* (GOMES, 2003).

O *gatekeeper* é uma aplicação que pode funcionar em um terminal, em um MCU, ou em um ponto (nó) de rede, que esteja instalado um servidor Windows ou Unix.

Outra função importante realizada pelo *gatekeeper* seria a vinculação de um apelido (*alias*), definida pelo próprio usuário, em cada endereço IP dos terminais registrados. Assim, depois de registrados com o IP e o *alias*, os demais terminais não precisam saber qual o endereçamento IP, apenas o *alias* para realizar uma chamada aos demais pontos da rede autenticados pelo *gatekeeper*, sendo ele responsável por verificar em seu banco de dados o endereço IP associado ao *alias* informado (GOMES, 2003).

Conforme Tarouco (2007) o *gatekeeper* possui outras funções como registro de terminais, controle de chamada, roteamento de chamada efetuada pelo canal *Remote Access Service* (RAS), controle de largura de banda, gerenciamento da rede na realização da videoconferência, entre outros.

#### 2.8.2.4 Unidades Controle Multiponto (MCU)

No ambiente de uma videoconferência, o MCU é indispensável para realização de sessões multiponto. Ele é o responsável por centralizar os fluxos dos canais de áudio, vídeo 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 videoconferência. Então irá juntar as imagens de vários terminais em um fluxo único e retransmitirá as imagens recebidas a todos os pontos da sessão, caracterizando o fluxo *full-duplex* (BORDIGNON, 2001).

O MCU possui duas entidades um *Multipoint Controller* (MC) que é obrigatório, e zero ou mais *Multipoint Processor* (MP). Para as tarefas de controle dos fluxos da sessão apenas o MC é utilizado. Nos casos em que é necessário realizar algum tipo de processamento de dados, seja de áudio ou vídeo, utiliza-se o MP.

Segundo Bordignon (2001) 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 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.

O MC é responsável pelo controle do tráfego de uma videoconferência, ou seja, ele deve realizar o ajuste e o estabelecimento dos parâmetros de chamada para cada participante e programar o controle dos recursos (GOMES, 2003).

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. Estes parâmetros são revisados continuamente pelo MC durante toda a sessão.

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

Na estrutura de videoconferência centralizada, o uso do MP é muito importante, pois ele é responsável por receber os fluxos enviados pelos terminais e

realizar o processamento dos dados e o envio de um único fluxo para cada terminal (GOMES, 2003).

## 2.9 SESSION INITIATION PROTOCOL (SIP)

O SIP foi desenvolvido pelo *Internet Engineering Task Force* (IETF) na década de 90, foi inicialmente publicado em 1996, sua última publicação pela *Request For Comment* (RFC) foi em junho 2002 como RFC 3261.

De acordo com Souza (2003) é um protocolo de controle (sinalização) em nível de aplicação para o estabelecimento, alteração e finalização de sessões entre um ou mais participantes. Estas sessões incluem chamadas de telefonia sobre IP, distribuição e videoconferência. O SIP foi projetado para interagir com outros protocolos da Internet como *Transmission Control Protocol* (TCP), IP, *Domain Name System* (DNS) e outros oferecendo grande estabilidade e flexibilidade.

O SIP é baseado no *Simple Mail Transfer Protocol* (SMTP) e no *HyperText Transfer Protocol* (HTTP) protocolo de serviço de *e-mail* e da *Web* respectivamente. O SIP é um protocolo de texto, e reutiliza algumas características de outros protocolos como, por exemplo, os cabeçalhos, erros e regras de codificação do HTTP. Baseia-se no modelo cliente/servidor, onde o cliente faz os pedidos e o servidor responde aos pedidos do cliente (SOUZA, 2003).

De acordo com Vaz e Dinau (2008) o SIP possui os seguintes serviços:

- a) localização do usuário: encarregado pela localização do terminal para estabelecer a comunicação;
- b) disponibilidade do usuário: determina a vontade do usuário em estabelecer uma sessão de comunicação;

- c) recursos do usuário: responsável pela determinação dos meios que serão utilizados e dos seus parâmetros;
- d) características de negociação: negocia e determina um acordo sobre os recursos disponíveis, reconhecendo que nem todas as partes apresentam o mesmo nível de recursos;
- e) gestão da sessão: possibilidade de transferir, colocar em espera ou terminar sessões, assim como modificar parâmetros das mesmas e de invocar serviços;
- f) alteração da sessão: pode alterar as características de uma sessão em andamento.

O SIP vem obtendo um espaço muito importante na telefonia IP devido a sua simplicidade, flexibilidade, segurança, facilidade de mobilidade e principalmente à capacidade de integrar com os serviços da Internet.

### **2.9.1 Componentes de SIP**

O SIP define quatro componentes principais para implementar as funcionalidades descritas anteriormente que são: *User Agent*, o Servidor *Proxy*, o Servidor de Registros e o Servidor de Redirecionamento.

#### *2.9.1.1 User Agent*

Entidade que interage com o usuário armazenando e gerenciando situações de chamada, possui arquitetura básica cliente/servidor e está subdividida em *User Agent Client* (UAC) que possui a capacidade de iniciar as chamadas e de enviar pedidos, ou

em *User Agent Server* (UAS) que é responsável por enviar respostas aos pedidos feitos pelo UAC (GOMES, 2003).

#### 2.9.1.2 Servidores *Proxy*

Conforme Gomes (2003) é um tipo de servidor intermediário do SIP, que atua também como cliente/servidor, recebendo as requisições e passando adiante para servidores mais próximos do destino. Existem dois tipos de servidores *proxy*, o *Stateful Proxy* que mantém o estado das transações e permite dividir a chamada (*fork*) para múltiplos servidores na tentativa de localizar o usuário, possui maior confiabilidade. O *Stateless Proxy* não armazenam o estado da transação apenas envia adiante as requisições e as respostas, possuem maior velocidade, porém menor confiabilidade.

#### 2.9.1.3 Servidores de Registros

Servidor que aceita pedido de registros de usuários e armazena a informação desses pedidos para fornecer um serviço de localização. Funciona da mesma maneira que um servidor DNS para uma rede *web* (VAZ; DINAU, 2008).

#### 2.9.1.4 Servidor de Redirecionamento

Servidor intermediário do SIP, a principal função do servidor de redirecionamento SIP é responder ao pedido do UA fornecendo informações sobre o endereço do servidor para que o cliente possa contatar o endereço diretamente, pois esse servidor não reencaminha os pedidos para o próximo servidor (VAZ; DINAU, 2008).

### 2.9.2 Comparação entre protocolos H.323 e SIP

O protocolo H.323 é um protocolo robusto que foi inicialmente desenvolvido para aplicações multimídias em LAN's, diferente do SIP, que é um protocolo simples e eficiente, baseado nos protocolos HTTP e SMTP da Internet. A Tabela 3 mostra uma visão geral das características dos dois protocolos (VAZ; DINAU, 2008).

Tabela 3. Características dos protocolos SIP e H.323

	<b>SIP</b>	<b>H.323</b>
<b>Codificação</b>	Textual (HTML)	Binário (ASN.1)
<b>Topologia</b>	Agentes e cliente (UAS e UAC)	Entidades H.323 ( <i>Gatekeeper, Gateway, etc</i> )
<b>Troca de capacidade</b>	Via protocolo SDP	H.245
<b>Roteamento de chamadas</b>	Topologia hierárquica (DNS)	Estatística
<b>Protocolo de transporte</b>	UDP e TCP	UDP e TCP
<b>Registro</b>	Via UA	<i>Gatekeeper</i>
<b>Autenticação</b>	HTTP	H.235
<b>Encriptação</b>	O SIP possui três métodos de encriptação	H.235

Fonte: GOMES, F. (2003)

### 2.10 PROTOCOLOS DE TRANSMISSÃO

Segundo Tanenbaum (1997) a camada de transporte é a principal camada da hierarquia de protocolos, é responsável pela movimentação dos dados de forma eficiente e confiável entre o computador de origem e o destino, independente da rede utilizada. A

camada de transporte utiliza alguns serviços da camada de rede para garantir com segurança a entrega dos dados da origem até o destino.

Existem dois tipos de serviço de transporte o sem conexão e o com conexão. No serviço de transporte orientado à conexão são realizados três fases, o estabelecimento da ligação, a transferência de dados e o término da ligação. No serviço de transporte orientado sem conexão os dados são transmitidos diretamente ao destino sem a necessidade de uma conexão. O protocolo TCP funciona no modo orientado à conexão, já no modo orientado sem conexão funciona o protocolo *User Datagram Protocol* (UDP) (SOARES, 1995).

### 2.10.1 TCP

Segundo Tanenbaum (1997) o TCP é um protocolo que fornece confiabilidade e garantia para a transferência de dados entre o computador de origem e destino, em uma inter-rede não confiável. Inter-rede se caracteriza por suas diversas partes terem configurações diferentes, como largura de banda, retardos, topologias, entre outros. O TCP é largamente utilizado para se adaptar dinamicamente às características das inter-redes.

O TCP é responsável em suprir as deficiências do IP, oferecendo aos seus usuários um serviço de transferência confiável, com recuperação de erros, controle de fluxo e garantia de integridade dos dados.

A conexão é realizada quando criam-se pontos terminais em cada extremidade chamados de *sockets*, a partir da conexão estabelecida o serviço TCP pode funcionar. O TCP é *full-duplex*, significa que os dados podem ser transmitidos em ambas às direções ao mesmo tempo. As duas transferências são completamente

independentes já que em qualquer momento os dados podem fluir por meio da conexão numa direção ou em ambas, de modo que o TCP em cada extremo da conexão mantém duas janelas por conexão, uma janela para os dados sendo enviados, e outra para os dados recebidos (SOARES 1995).

### 2.10.1.1 Segmento TCP

Conforme Tanenbaum (1997) o TCP usa um único formato para todas as mensagens, incluindo as mensagens que levam os dados e as que são partes para estabelecimento e término das conexões, essas mensagens são chamadas de segmentos conforme Figura 9.

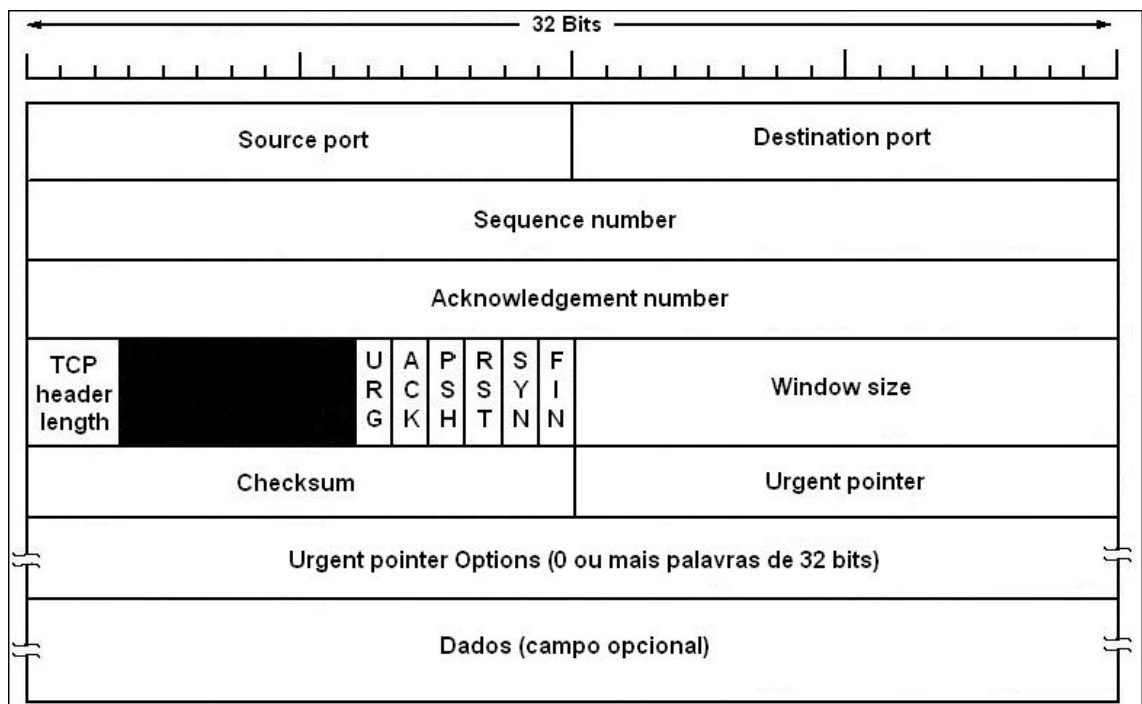


Figura 9. O Segmento TCP  
Fonte: TANENBAUM, A. (1997)

Os campos *Source Port* e *Destination Port*, com 16 bits cada, estes campos no segmento contêm os números de portas TCP de origem e destino que identificam os programas de aplicação em cada ponto da conexão.

O *Sequence number* (32 bits) se refere aos dados sendo enviados, fornece o número de seqüência para os dados que estão sendo transportados. *Acknowledgement Number* (32 bits) especifica o número de seqüência dos dados que foram recebidos.

O *TCP header length* contém um inteiro que especifica o início dos dados do segmento. Este campo é necessário já que o campo *Options* varia em comprimento dependendo de quais opções tenham sido incluídas. De modo que o tamanho do cabeçalho TCP varia dependendo das opções selecionadas. Após o *TCP header length* tem um campo com 6 bits reservado para uso futuro.

Em seguida contém 6 flags de 1 bit cada. O *URG* informa à aplicação a chegada de dados urgentes, que devem ser processado antes no *buffer*, o *ACK* indica se o campo *Acknowledgement Number* é válido, o *PSH* solicita um *push*, o *RST* reinicializa uma conexão caso ocorra algum problema, o *SYN* sincroniza os números da seqüência e o último flag é o *FIN* que é utilizado para finalizar a conexão (TANENBAUM, 1997).

Por meio do campo *Window size* o *software* TCP indica quantos dados ele tem capacidade de receber em seu *buffer*. O *Checksum* é usado para aumentar a confiabilidade e verificar a integridade tanto do cabeçalho como dos dados do segmento TCP e o *Urgent Pointer* permite que o transmissor especifique que alguns dados são urgentes, isto significa que os dados serão expedidos o mais rápido possível.

O *software* TCP usa este campo o *Options* para oferecer recursos que não foram previstos no cabeçalho padrão e também para se comunicar com o *software* do outro extremo da conexão. O campo *Dados* é a área de dados (TANENBAUM, 1997).

## 2.10.2 UDP

De acordo com Tanenbaum (1997) o protocolo UDP fornece uma forma simples de acesso ao sistema de comunicação, possibilitando uma comunicação entre computadores baseada na troca de pacotes, por meio de datagramas, provendo um serviço sem conexão, sem confiabilidade e sem correção de erros.

A principal função do nível de transporte implementada em UDP é a capacidade de multiplexação e demultiplexação. Esta função permite por meio do uso de portas, sejam enviadas mensagens de diversas aplicações, via UDP. Na origem, as informações são multiplexadas e passadas para o IP, que realiza a transmissão. No destino, ocorre o inverso o IP entrega o datagrama recebido para multiplexação (SOUZA, 2003).

Segundo Souza (2003) as principais aplicações do protocolo em questão são as que envolvem pouca necessidade de redundância, alta velocidade, e pouca confiabilidade.

### 2.10.2.1 Segmento UDP

Segundo Tanenbaum (1997) o segmento UDP possui um cabeçalho de 8 *bytes* acompanhado dos dados. Os *bytes* estão distribuídos conforme a Figura 10.

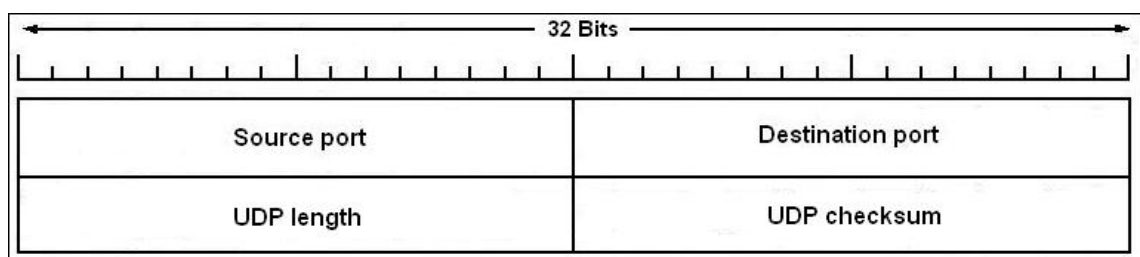


Figura 10. O Segmento UDP  
Fonte: TANENBAUM, A. (1997)

Estes dois campos o *Source port* e o *Destination port* possuem a mesma função do TCP, que é ter os números de portas origem e destino do protocolo UDP. A *Source port* é opcional, quando usada especifica o endereço na qual uma resposta poderia ser enviada, se não é usada contém zeros. O campo *UDP length* contém um contador de *bytes* no datagrama, o valor mínimo é oito, sendo este só o comprimento do cabeçalho, e o campo *UDP checksum*, é o único mecanismo de segurança provido pelo UDP, mas essa segurança é mínima, pois o *checksum* só pode ser calculado quando a mensagem chega ao destino, caso aconteça algum problema com a mensagem na transmissão isso não será detectado. Esse campo é opcional, o valor de zero indica que o *checksum* não é computado (TANENBAUM, 1997).

### 2.10.3 RTP

De acordo com Gomes (2003) o *Real Time Protocol* (RTP) é um protocolo que utiliza recursos da camada de transporte para aplicações que transmitem dados em tempo real, aplicações de áudio e vídeo sobre serviços de redes *unicast* ou *multicast*, como por exemplo, a videoconferência.

O protocolo é composto por uma parte de transmissão de dados e outra de controle, a parte de transmissão possui serviços de reconstrução de meios com informação de tempo, detecção de perdas de pacotes, segurança, monitoração da entrega e identificação de conteúdo. A utilização individual deste protocolo não resolve o problema da reserva de recursos da rede, nem garante o transporte de dados em tempo real. Para a monitoração e o controle dos dados é utilizado o protocolo *Real Time Control Protocol* (RTCP). Tanto RTP quanto o RTCP utilizam o protocolo UDP para a transmissão dos dados pela rede (SOUZA, 2003).

O RTP possui algumas funcionalidades como o seqüenciamento, sincronismo intramídia, identificação de conteúdo, quadro e origem. Já o RTCP, que acompanha o RTP, provê informações adicionais sobre seus participantes, tais como retorno de informações de qualidade de serviço, sincronismo intermídia e identificação do usuário.

### 2.10.3.1 Formato do Datagrama RTP

Segundo Gomes (2003) os doze primeiros octetos estão presente em todos os pacotes RTP, Figura 11, enquanto que a lista de identificadores CSRC será especificada pelo campo CC, podendo ser nulo.

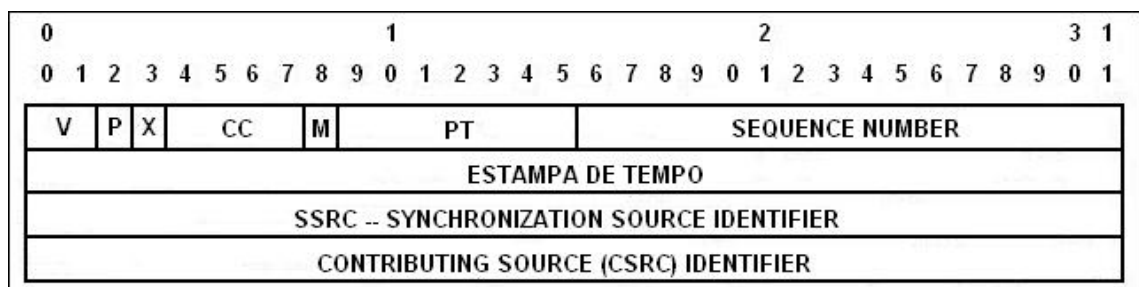


Figura 11. Datagrama RTP  
Fonte: GOMES, F. (2003)

O campo *Version* (V) possui 2 *bits* e indica a versão do RTP, o *Padding* (P) de 1 *bit*, quando o *bit* estiver ligado, o pacote possui *bytes* de *padding*. O campo *Extension* (X) de 1 *bit* quando estiver ligado é utilizada a extensão do cabeçalho. O campo *CRSC count* (CC) contém 4 *bits* é o número dos identificadores, o *Marker* (M) de 1 *bit* é utilizado para marcação, *Payload Type* (PT) possui 7 *bits*, identifica o formato da área de dados do RTP e sua interpretação pela aplicação. O *Sequence Number* de 16 *bits* é utilizado para detectar pacotes perdido ou recebimento fora da seqüência. A Estampa de Tempo com 16 *bits* identifica o número do pacote em uma transmissão

RTP, é incrementado para prover sincronização e detectar perda de pacotes. O campo SSRC de 32 *bits* identifica a origem da sincronização, o CSRC de 32 *bits* é o campo que identifica a contribuição para os dados do pacote atual, a quantidade de identificadores é mostrada pelo campo CC (GOMES, 2003).

### 2.10.3.2 RTCP

O protocolo RTP foi desenvolvido para trabalhar em conjunto como um protocolo auxiliar de controle denominado RTCP, este protocolo tem a finalidade de transmitir os pacotes para todos os participantes da sessão RTP obtendo *feedback* sobre a qualidade dos dados transmitidos. De acordo com Gomes (2003) o RTCP possui as seguintes funções:

- a) prover *feedback* da qualidade da distribuição dos dados. O *feedback* pode ser utilizado diretamente para as codificações referentes à capacidade de adaptação do protocolo;
- b) o CNAME é carregado em nível de transporte para que se consiga garantia na conexão da mídia aos participantes;
- c) as funções anteriores requerem que todos os participantes mandem pacotes RTCP ao transmissor para o controle de fluxo. Essa função é utilizada no ajuste da taxa de transmissão para cada novo participante;
- d) é uma função opcional, transportar uma informação mínima de controle, como a identificação dos participantes.

Os assuntos abordados neste capítulo esclarecem aspectos relevantes para as aplicações multimídia, na seqüência serão apresentados os trabalhos correlatos e a

seguir a realização do estudo de caso, com a definição dos parâmetros para a avaliação e os *softwares* de videoconferência utilizados para a realização das avaliações.

### **3 TRABALHOS CORRELATOS**

Diversos projetos e trabalhos vêm sendo desenvolvidos e estudados nesta área no Brasil e no mundo, para o desenvolvimento do projeto proposto alguns trabalhos correlatos serviram como objeto de estudo e análise das abordagens pedagógicas.

#### **3.1 AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE VIDEOCONFERÊNCIA**

É uma dissertação desenvolvida pela Graciela Machado Leopoldino, no ano de 2001, no Curso de Ciências da Computação e Matemática Computacional na USP, São Carlos. Neste projeto foram definidos alguns parâmetros para a avaliação de sistemas de videoconferência, baseando-se na recomendação F.730 da ITU-T. A Tabela 4 apresenta o resultado dos testes realizados na dissertação em questão.

Tabela 4. Avaliação das Aplicações

<i>Softwares</i> <b>Parâmetros</b>	<b>NetMeeting</b>	<b>Polycom ViewStation FX</b>	<b>Mbone</b>	<b>OhPhone</b>	<b>LiveLAN</b>	<b>CUSeeMe</b>	<b>IVisit</b>
<b>Recursos disponíveis</b>	Áudio, vídeo, chat, transferência de dados, quadro de comunicações e compartilhamento de aplicativos. O chat e o quadro de comunicações podem ser gravados.	Áudio, vídeo e suporte a transmissão de PC e whiteboards.	Áudio, vídeo, texto, gráficos e gravação	Áudio e vídeo	Áudio, vídeo e chat	Áudio, vídeo e chat	Áudio, vídeo, chat e gravação
<b>Qualidade de áudio e vídeo</b>	Básica	Básica e alta	Básica	Básica	Básica e alta	Básica	Básica
<b>Controle de acesso</b>	Por detecção de silêncio.	Por detecção de silêncio. Possui câmera com reposicionamento automático de acordo com a detecção de voz.	Por detecção de silêncio nas ferramentas de áudio e por botão no QB	Por detecção de silêncio	Por detecção de silêncio	Por detecção de silêncio	Não há
<b>Modelos de comunicação</b>	Centralizado e descentralizado	Centralizado ou descentralizado	Descentralizado	Centralizado	Centralizado	Centralizado	Descentralizado
<b>Plataformas Suportadas</b>	Windows 9x, NT e 2000	Baseada em hardware.	Windows 9x, NT e 2000, Linux, Solaris e FreeBSD	Windows 9x, NT e 2000, Linux	Windows 9x, NT e 2000	Windows 9x, NT e 2000, Macintosh	Windows 9x, NT e 2000, Macintosh
<b>Licença</b>	Gratuita	Proprietária	Gratuita	Gratuita	Proprietária	Proprietária	Proprietária
<b>Cenário</b>	A, B e D	A, B, C e D	A, B, D e E	A, B e D	A, B e D	A, B e D	A, B e D

Fonte: LEOPOLDINO, G. (2001)

### 3.2 CONTRIBUIÇÕES AO PROCESSO DE COMUNICAÇÃO NA INTERNET BASEADO EM VIDEOCONFERÊNCIA E *STREAMING*.

É uma monografia que foi desenvolvida por Kelly Hannel, no ano de 2005, no curso de Ciências da Computação da Universidade Federal de Pelotas. Neste trabalho foram criados vários cenários de videoconferência com características distintas e algumas ferramentas foram testadas. Todos os testes foram realizados no Núcleo de Apoio ao Desenvolvimento e Aplicação dos Recursos da Telemática na Educação (NADARTE) da UFPEL. A Tabela 5 mostra o resultado da monografia em questão.

Tabela 5. Avaliação de Cenários Distintos

	<b>Softwares Utilizados</b>	<b>Equipamentos Utilizados</b>	<b>Dificuldades</b>	<b>Tipo de Comunicação</b>
<b>Primeira Videoconferência</b>	Skype, NetMeeting e Messenger.	Microfone <i>desktop</i> , câmera Sony PCS 1600 ligada a uma televisão 29' e um computador.	Tivemos problemas com o <i>firewall</i> da rede da UFPEL, pois só conseguimos enviar imagens pela câmera. Então usou-se o Skype para transmitir o áudio, que era ruim, pois não tínhamos um microfone bom.	<i>Ponto-a-ponto.</i>
<b>Segunda Videoconferência</b>	Real Producer Basic 10; Real Player e o servidor de <i>streaming</i> da Rede Tche.	Microcomputador (Athlon XP 2000, 512 Mb de RAM); Placa de captura de vídeo <i>Pixelview Play TV Pro</i> ; Câmera: Sony- <i>Compact Conference Package</i> PCS 1600 e Microfone <i>desktop</i> .	A qualidade do som enviado foi péssima, pois a captura do som foi feita com um microfone <i>desktop</i> colocado próximo a uma caixa de som.	<i>Difusão ou Broadcast.</i>
<b>Terceira Videoconferência</b>	Não foi usado nenhum <i>software</i> . Sendo que o processo de pré-conferência foi feito por telefone.	A câmera usada pela UFPEL foi a Sony PCS-1600 e pelo <i>GWCC Information</i> foi usada uma câmera Polycom.	Esta videoconferência correu bem, pois usamos um microfone profissional.	<i>Ponto-a-ponto.</i>
<b>Quarta Videoconferência</b>	Servidor de streaming da UFRGS; Real Producer; Real Player e o Messenger.	Câmera própria para videoconferência, ligada ao computador via placa de captura de vídeo.	A maior dificuldade relatada pelos alunos foram os atrasos da imagem em relação ao som.	<i>Broadcast (a transmissão da palestra) e ponto-a-ponto para os alunos tirarem as dúvidas (via Messenger)</i>
<b>Quinta Videoconferência</b>	Não foi usado nenhum <i>software</i> . Sendo que o processo de pré-conferência foi feito por telefone.	Na UFPEL foi usada a câmera Sony PCS-1600, ligada a uma televisão 29'.	Usamos um microfone sem fio bastante sensível e que gerou "eco", por isso tinha de ser desligado quando o professor não estava debatendo.	<i>Multiponto (o equipamento multiponto é da Unicamp)</i>
<b>Geração de aulas totalmente a distância</b>	MS Power Point; PresenterONE; Real Player.	Computador com uma placa de captura de vídeo; filmadora digital da Sony; microfone sem fio profissional.	A apresentação foi gravada perto de uma sala de aula, por isso o áudio ficou com ruídos.	<i>A aula pode ser disponibilizada para download ou como arquivo de streaming.</i>

Fonte: HANNEL, K. (2005)

## 4 ESTUDO DE CASO

As tecnologias de transmissão de dados estão em um constante processo de evolução. Novos conceitos vêm sendo desenvolvidos e várias aplicações vêm sendo aperfeiçoadas para essas tecnologias. Devido a grande utilização da Internet os *softwares* de comunicação têm evoluído rapidamente, com muita qualidade e eficiência, não somente para grandes corporações, mas também para usuários domésticos.

Existe disponível um grande número de ferramentas que viabilizam sessões de videoconferência em diversas plataformas. Com os avanços da tecnologia, proporcionando processadores mais rápidos e melhores esquemas de compressão de vídeo e áudio, houve um grande desenvolvimento de aplicações destinadas à captura, transmissão e reprodução de multimídia em tempo real.

### 4.1 METODOLOGIA

O procedimento utilizado neste trabalho começou com um estudo dos conceitos sobre videoconferência e padrões de transmissão de áudio, vídeo e dados por meio de uma rede de computadores, sendo que a partir das características desejáveis de um sistema de videoconferência apresentadas no capítulo 2.2 foi possível definir um conjunto de parâmetros, com o intuito de avaliar os *softwares* neste formato mediante a escolha de algumas destas características.

A seguir, serão apresentados os parâmetros utilizados para a avaliação e alguns *softwares* de videoconferência serão avaliados mediante estes parâmetros.

#### 4.1.1 Parâmetros de Avaliação

Foram definidos alguns parâmetros que são importantes para a avaliação dos sistemas de videoconferência, estes serão testados e avaliados, a fim de auxiliar na escolha da implantação dos mesmos. Para a escolha destes parâmetros, foram consideradas algumas definições apresentadas no capítulo 2.2, na qual a ITU-T define uma série de características para um sistema de videoconferência.

Estes parâmetros dependem das reais necessidades de aplicação e dos recursos para *hardwares* e *softwares* disponíveis:

- a) características disponíveis: verificar as características e recursos disponíveis em cada sistema de videoconferência. Além dos recursos de áudio, vídeo e dados, verificar se existe conversação via *chat*, transferência de arquivos, entre outros;
- b) qualidade de áudio e vídeo: examinar os sistemas de videoconferência as características de áudio e vídeo utilizado, como compactação de áudio utilizada, as capacidades de largura de banda disponíveis para a transferência de vídeo, entre outros;
- c) plataformas suportadas: devido a existência de vários sistemas operacionais é muito importante para a implantação de um sistema de videoconferência saber em que plataformas podem ser utilizados;
- d) licença: descobrir se o *software* é gratuito ou pago. Característica importante para quem deseja obter uma solução de videoconferência de baixo custo;
- e) criptografia: verificar a utilização de criptografia para transmissão e recepção dos dados.

Os parâmetros licença e plataformas suportadas não estão inclusos nas recomendações ITU-T como características para um sistema de videoconferência, mas o fator econômico pode influenciar na escolha das ferramentas, por isto foi-se necessário avaliar os *softwares* mediante a estes dois aspectos.

Outra característica importante nos quais os *softwares* de videoconferência poderiam ser avaliados seria nos cenários descritos no capítulo 2.6. Devido a UNESC não dispor de salas preparadas e equipamentos necessários para a realização dos testes em todos os cenários, estes foram feitos apenas em um ambiente ponto a ponto.

Com a definição dos parâmetros já realizada, algumas ferramentas de videoconferência serão avaliadas mediante os parâmetros definidos, além de expor as características com o intuito de avaliar de forma ampla o estudo sobre as funcionalidades de um sistema de videoconferência.

#### **4.1.2 NetMeeting**

O NetMeeting é uma ferramenta que oferece a realização de videoconferência por uma Intranet ou Internet, possui transferência de vídeo, áudio e dados em tempo real. A versão 3.01 foi utilizada nos teste de avaliação. O NetMeeting é uma ferramenta gratuita, mas dependente da plataforma Windows, e fornecida juntamente com o mesmo, roda nas versões 95/98/ME/2000/XP (MICROSOFT NETMEETING, 2008).

Esse programa possui várias funções além de transmissão de áudio, vídeo e dados. Uma das principais é o *chat* que é uma comunicação escrita que pode ser utilizada com todos ou um único participante, podendo ser gravada no disco rígido. Possui também uma ferramenta para transferência de arquivos. O quadro de

comunicações realiza a comunicação por meio de desenhos e escrita, sendo semelhante ao Paintbrush do Windows. Outra função importante é o compartilhamento, onde se pode compartilhar um programa qualquer com os outros participantes, neste recurso tem a possibilidade de apenas visualizar a utilização do mesmo ou caso seja permitido controlá-lo, isto é muito útil para apresentações (Figura 12).

O NetMeeting pode realizar acesso a um serviço de diretório gerenciado por um aplicativo chamado *Internet Locator Server (ILS)*, chamado de servidor de diretório. A partir dele, é possível visualizar uma lista de participantes conectados naquele servidor, podendo realizar uma chamada, caso aceita, iniciar uma conversa.

Por meio do NetMeeting existe a possibilidade de um participante ser o responsável por coordenar uma reunião, definindo quem participa da videoconferência, e as ferramentas disponíveis.

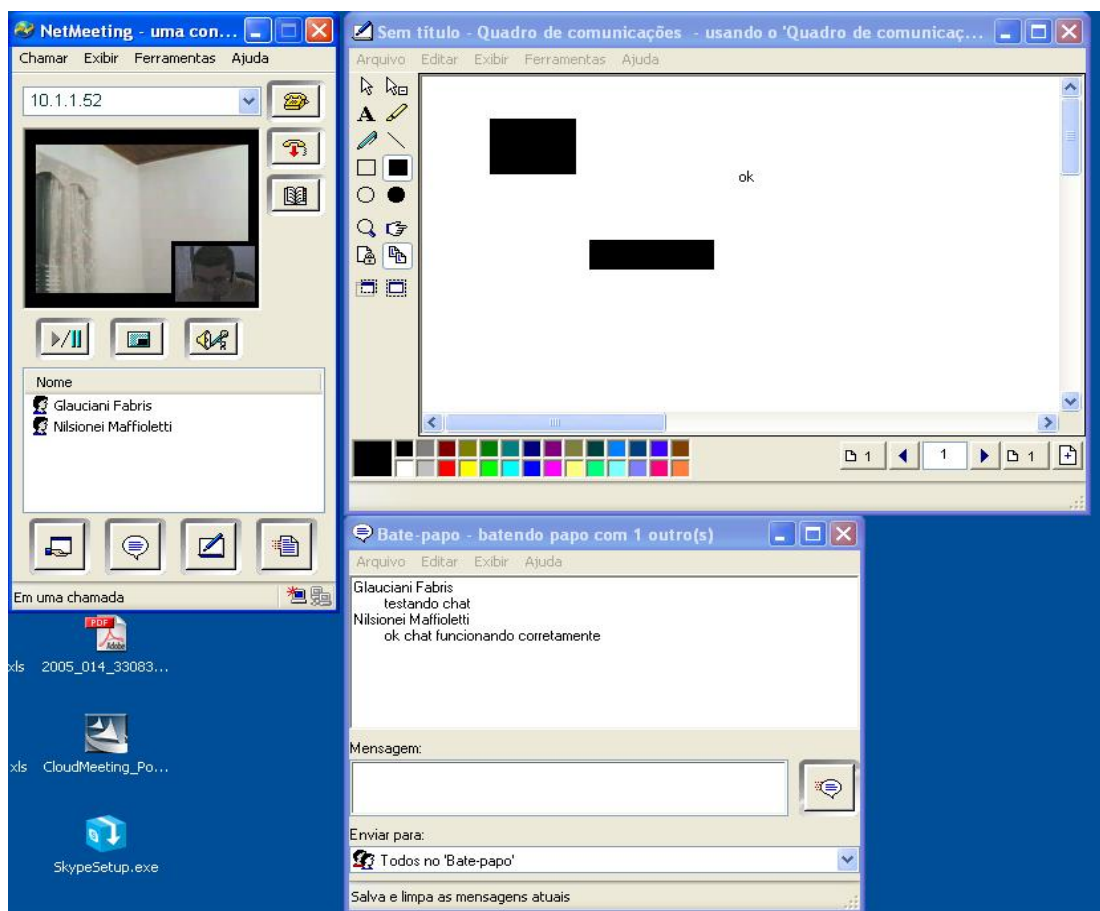


Figura 12. Interface do NetMeeting  
Fonte: MICROSOFT NETMEETING (2008)

Este *software* permite a configuração da velocidade de conexão da rede para a realização de chamadas, caso seja discada, ADSL ou rede local (Figura 13). Pode-se ainda realizar uma videoconferência por meio de configuração de um *gatekeeper* ou *gateway* (Figura 14). Além da possibilidade de modificar algumas configurações de áudio, vídeo e segurança.

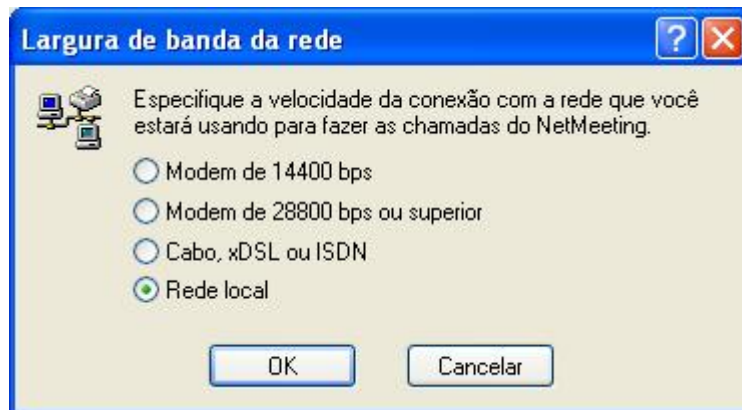


Figura 13. Largura de banda da rede  
Fonte: MICROSOFT NETMEETING (2008)

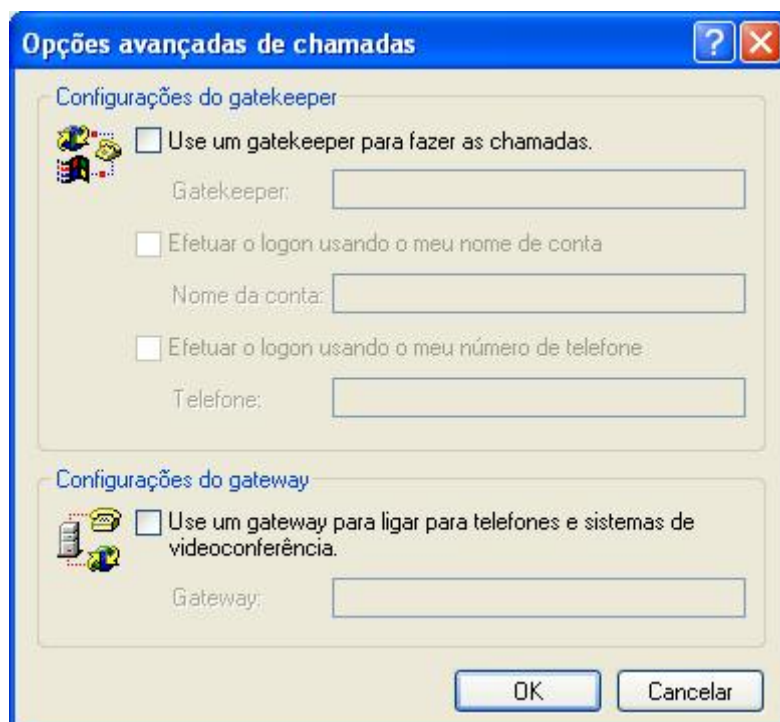


Figura 14. Configuração do *gatekeeper* e *gateway*  
Fonte: MICROSOFT NETMEETING (2008)

Segundo Microsoft Netmeeting (2008) o NetMeeting funciona no padrão de conferência de vídeo e áudio H.323 e no padrão de conferência de dados T.120,

podendo ser utilizado em produtos compatíveis com os mesmos. Para o áudio existe a possibilidade de escolher a compactação manualmente conforme Figura 15, para o vídeo pode-se definir entre o mais rápido com menor qualidade ou o mais lento com maior qualidade (Figura 16).



Figura 15. Configuração da compactação do áudio  
Fonte: MICROSOFT NETMEETING (2008)



Figura 16. Configuração da qualidade de vídeo.  
Fonte: MICROSOFT NETMEETING (2008)

É um *software* que tem uma interface de usuário muito amigável e extremamente fácil para instalação e manipulação.

A seguir, a Tabela 6 mostra as características do *software* Microsoft NetMeeting conforme parâmetros definidos.

Tabela 6. Avaliação do NetMeeting

Características disponíveis	Áudio, vídeo, <i>chat</i> , transferência de arquivos, quadro de comunicações, compartilhamento de arquivos e programas, possibilidade da realização de reuniões.
Qualidade de áudio e vídeo	Compactação de áudio entre ADPCM, CCITT A-Law, CCITT u-Law, G723.1 6.4 kbits e G723.1 5.3 kbits, controle de vídeo entre mais rápido e melhor qualidade, configuração da velocidade da conexão, padrão de conferência de áudio de vídeo H.323 e dados T.120.
Plataforma suportada	Windows 95/98/ME/2000/XP.
Licença	Gratuita, incorporado ao Windows.
Criptografia	Certificados do Windows.

#### 4.1.3 Speak Freely

O programa Speak Freely aceita uma conferência de voz entre duas ou mais pessoas em tempo de real, por meio da Internet ou pela rede. Foi utilizado para os testes do Speak Freely a versão 7.2, é um *open source software* e licenciado no *General Public License* (GNU), que significa que é código fonte aberto (WALTER; WILES, 2008).

O Speak Freely funciona no Windows 95/98/ME/XP/NT/2000/2003 e também possui a versão para Unix.

O programa oferece vários modos de compressão de áudio, tais como *Global System Mobile (GSM)*, *ADPCM*, *Linear Predictive Coding (LPC)* e *LPC-10* para conexões com baixa largura de banda. Suporta também os protocolos de transmissão *RTP* e *Visual Audio Tool (VAT)*, além de um protocolo próprio (Figura 17).

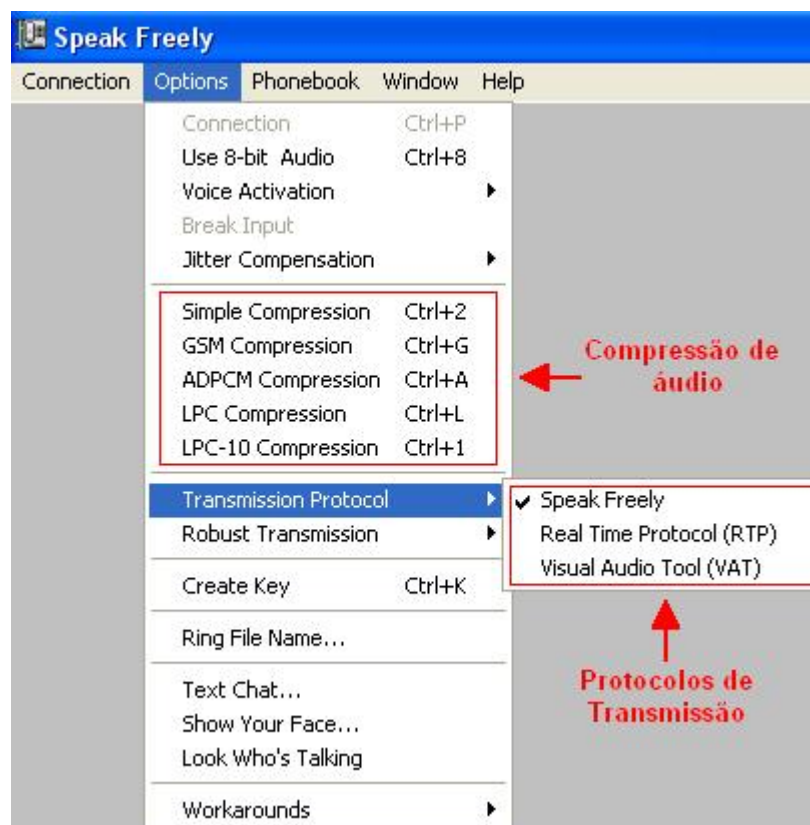


Figura 17. Compactação do áudio e protocolo de transmissão  
Fonte: WALTER, J; WILES, B. (2008)

Este *software* permite a configuração de tempo do *jitter*, um pequeno intervalo de tempo que se espera antes da reprodução do áudio, para que pacotes atrasados possam chegar, melhorando assim a qualidade do som e reduzindo as pausas (Figura 18).

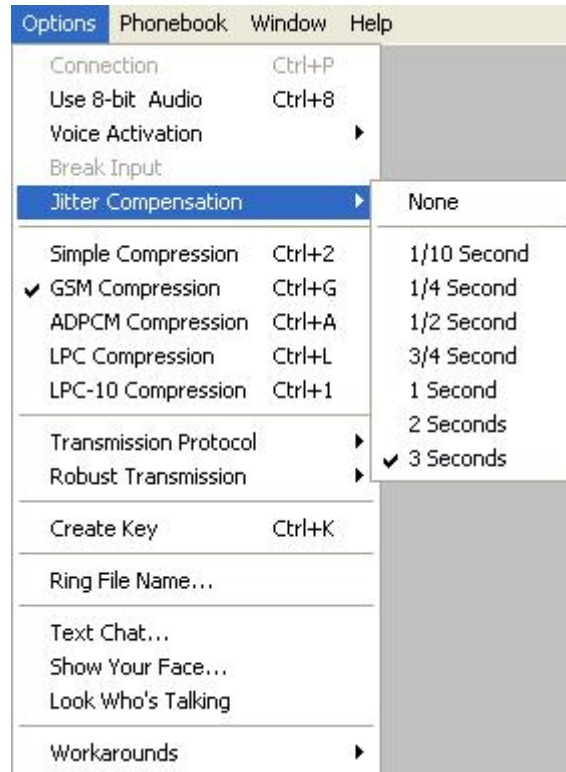


Figura 18. Configuração do *jitter*

Fonte: WALTER, J; WILES, B. (2008)

A janela principal do Speak Freely consiste em uma barra de menu horizontal, onde se encontram todas as suas funções. Na Figura 19 tem-se uma ou mais janelas com as conexões em execução, onde é visualizado o *host*, o endereço, o protocolo utilizado entre outras características da conexão. O programa possui *chat* com texto tradicional, criptografia, realiza conferências *multicast* e *broadcast*. O microfone é detectado automaticamente desde que estejam instalados corretamente (WALTER; WILES, 2008).

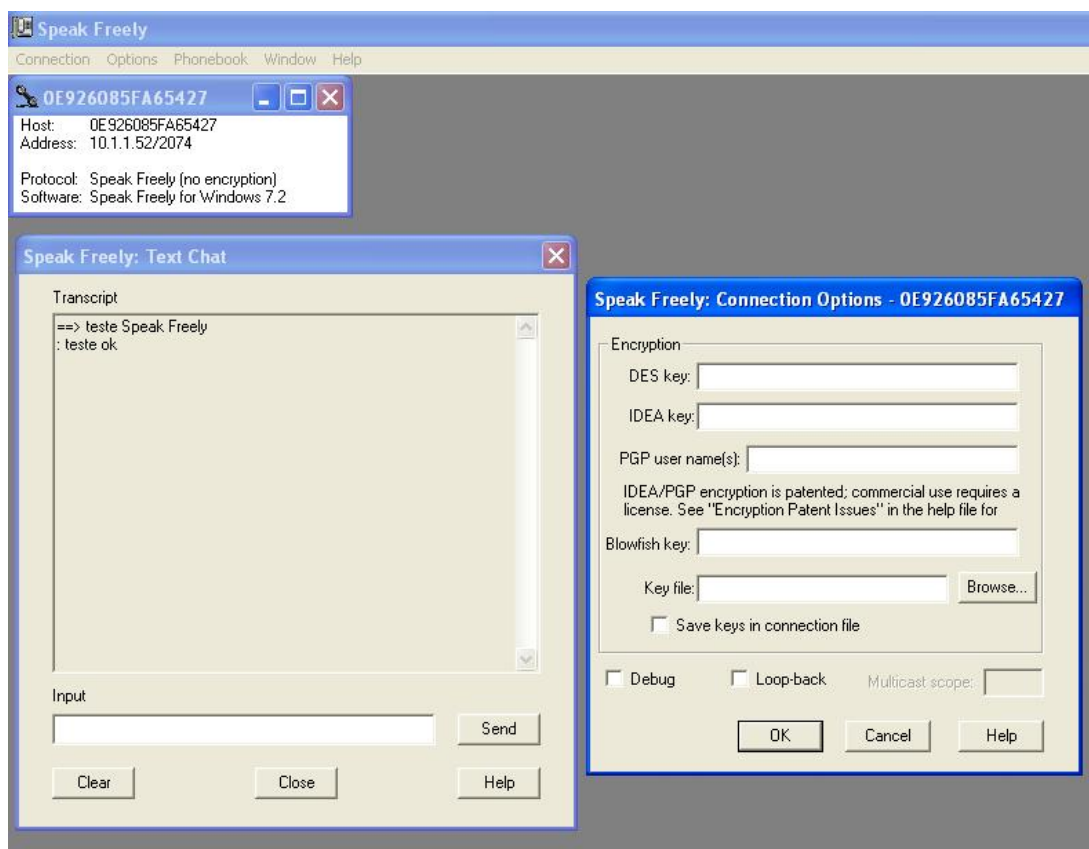


Figura 19. Interface do Speak Freely  
 Fonte: WALTER, J; WILES, B. (2008)

De acordo com os parâmetros definidos para a avaliação, a Tabela 7 apresenta as características do *software* Speak Freely.

Tabela 7. Avaliação do Speak Freely

Características disponíveis	Áudio, <i>chat</i> , transferência de arquivos e controle de <i>jitter</i> .
Qualidade de áudio e vídeo	Compactação de áudio entre Simplex, GSM, ADPCM, LPC e LPC-10, protocolos de transmissão RTP, VAT e próprio Speak Freely.
Plataforma suportada	Windows 95/98/ME/NT/XP/2000/2003 e Unix.
Licença	Gratuita e <i>open source</i> .
Criptografia	Criptografia DES, IDEA ou Blowfish.

#### 4.1.4 Microsoft Portrait

Este *software* gratuito desenvolvido pela Microsoft para a realização de videoconferência ponto a ponto para computação móvel, *Pocket PCs*, *Handheld PCs*, *Smartphone*, possui também uma versão para computadores. Funciona em redes locais, rede sem fio e discada, em conexões com baixíssima largura de banda (MICROSOFT, 2008).

Na realização dos testes foi utilizado o programa Microsoft Portrait versão 2.3, para computadores é compatível no Windows 98/NT/ME/2000/XP/2003.

A interface do Microsoft Portrait contém uma janela de vídeo, suas principais funções estão numa barra de ferramentas vertical, a partir desta barra pode-se realizar uma chamada, ajustar o áudio e o vídeo, iniciar uma conversa via *chat* ou via contatos MSN (Figura 20). Contém uma ferramenta para transferência de arquivos. No menu *Tools*, *Options* pode-se modificar mais opções, como informação pessoal, configurações de áudio e vídeo, entre outros.

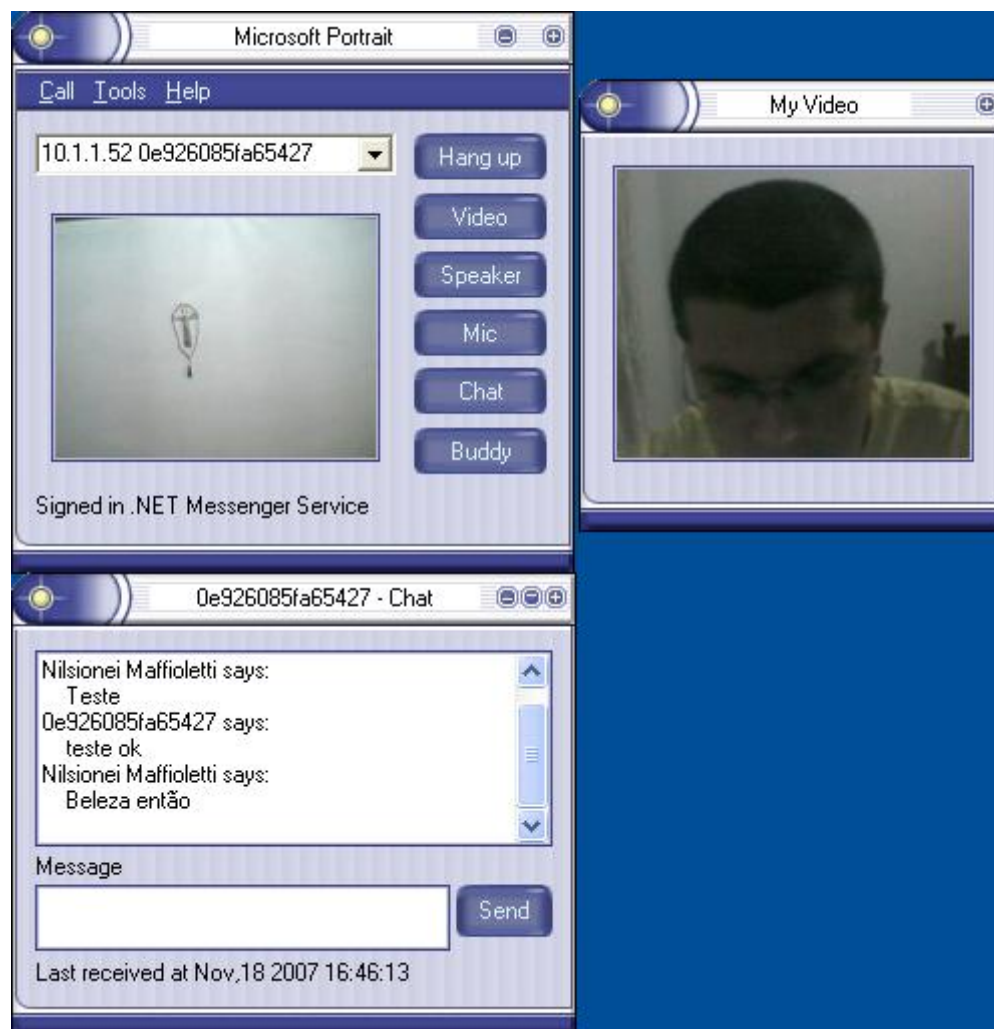


Figura 20. Interface do Microsoft Portrait  
Fonte: MICROSOFT (2008)

O Microsoft Portrait possui uma característica semelhante ao NetMeeting, pode realizar acesso a um serviço de diretório, onde tem a possibilidade de visualizar uma lista de participantes conectados no servidor, podendo assim realizar uma chamada, caso aceita, iniciar uma conversa.

Pode ser ajustado para usar o mínimo de largura de banda possível, enviando uma imagem em preto e branco e o som com qualidade inferior, consegue funcionar com conexões a partir de 9.6 Kbps, o que possibilita a utilização de todos os tipos de modem discado, mas também funciona em rede com largura de banda maior, podendo usar cores e som de alta qualidade. A Figura 21 mostra as configurações para

transmissão de vídeos e a Figura 22 mostra as opções para a compactação do áudio. Suporta também os protocolos de transmissão SIP (MICROSOFT, 2008).

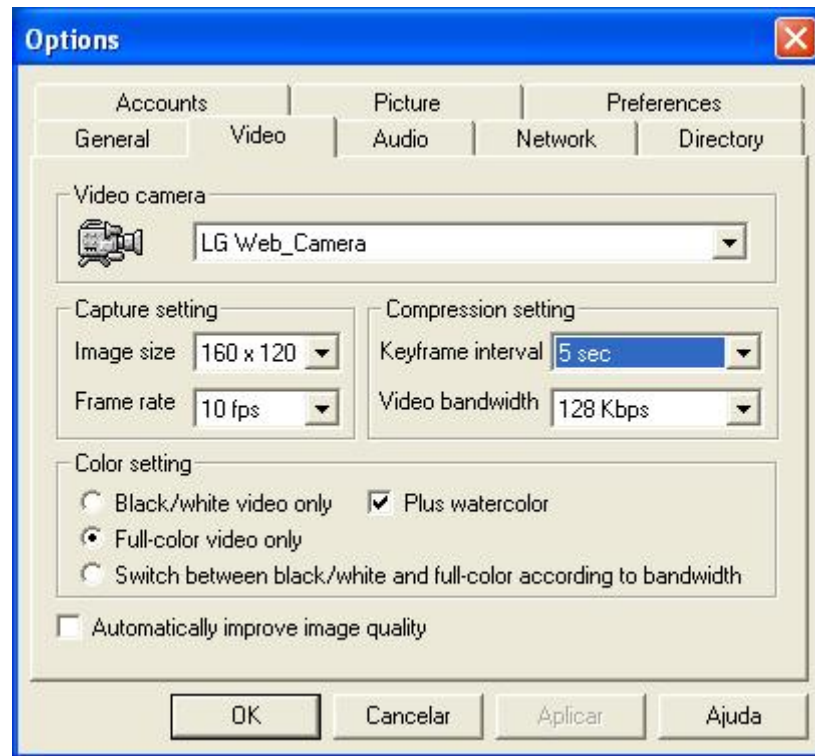


Figura 21. Configuração de vídeo  
Fonte: MICROSOFT (2008)

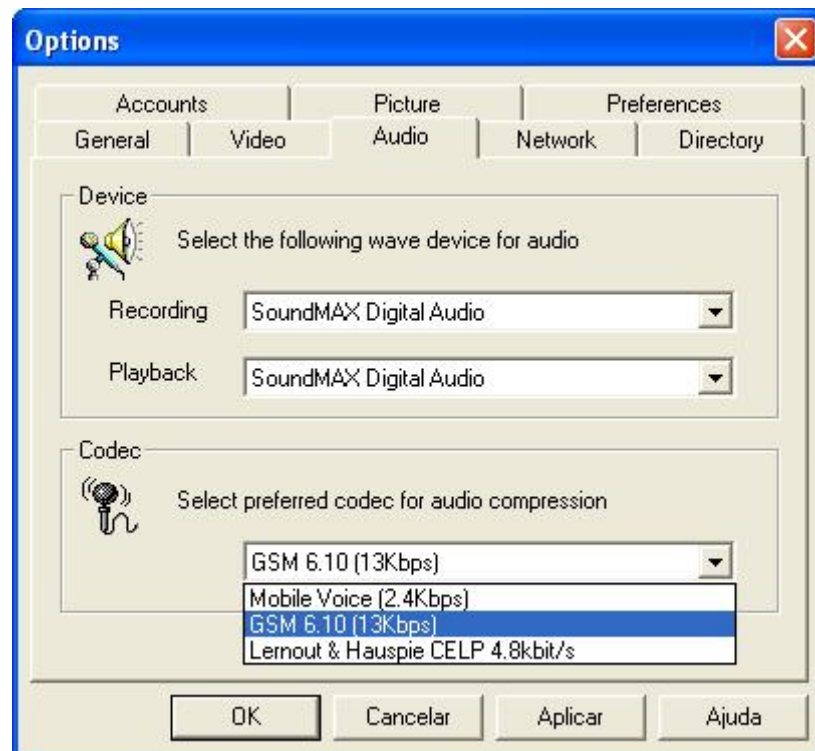


Figura 22. Compactação de áudio  
Fonte: MICROSOFT (2008)

Na Tabela 8, é apresentada a avaliação do *software* Microsoft Portrait.

Tabela 8. Avaliação do Microsoft Portrait

Características disponíveis	Áudio, vídeo, <i>chat</i> , transferência de arquivos e interoperabilidade com o MSN.
Qualidade de áudio e vídeo	Compactação de áudio Mobile Voice 2.4 Kpbs, GSM 6.1 e CELP 4.8 Kbps e para vídeo utiliza MPEG1, MPEG2, MPEG4 e H.261/H.263, suporte ao SIP.
Plataforma suportada	Windows 98/NT/ME/2000/XP/2003 e computação móvel, <i>Pocket PCs</i> , <i>Handheld PCs</i> , <i>Smartphone</i> .
Licença	Gratuita.
Segurança	Não possui.

#### 4.1.5 CloudMeeting

O CloudMeeting é um *software* pago da empresa Cloud Convergence, como qualquer programa de videoconferência tem comunicação instantânea de áudio e vídeo. O grande diferencial é a possibilidade de ter até 200 usuários conectados simultaneamente. Funciona apenas no Windows 98/2000/ME/XP, o DirectX 2,0 ou posterior e o Internet Explorer 5.3 ou posterior são os requisitos mínimos necessários para o funcionamento do CloudMeeting (CLOUDMEETING, 2008).

Para a realização dos testes foi utilizada a versão 2.6.0.16, pode ser realizado teste com o *software* durante 14 dias gratuitamente, mas tem a obrigatoriedade de realizar um cadastro no site [www.cloudmeeting.com](http://www.cloudmeeting.com), são necessários alguns dados pessoais e um e-mail válido para registrar a conta. Após esses procedimentos recebe-se um e-mail de confirmação e ativação do cadastro, incluído a senha para utilizar o

programa, está pode ser alterada posteriormente, depois de realizado todos esses passos pode-se utilizar o CloudMeeting.

Após todos os contatos adicionados, para iniciar uma conversão com áudio e vídeo, é necessário escolher um contato *on-line* e ir ao botão iniciar chamada (Figura 23).



Figura 23. Contatos do CloudMeeting  
Fonte: CLOUDMEETING (2008)

Este programa transmite e recebe dados multimídia utilizando um *stream* TCP dinamicamente ajustável, implementado em um exclusivo algoritmo *Real Time Exchange Protocol* (RTXP) para TCP/IP, permite uma comunicação eficiente e segura, pois trabalha com criptografia de 128 *bits* via protocolo *Security Socket Layer* (SSL),

tanto para o texto das mensagens instantâneas, como para os recursos multimídia (CLOUDMEETING, 2008).

Possui algumas características de áudio, vídeo e rede que podem ser configuradas, tem um controle de regulação de vídeo, quando menor a qualidade mais rápida a atualização ou quanto maior a qualidade mais lenta é a atualização do vídeo. Existe a possibilidade de configuração da velocidade da conexão (Figura 24), além das velocidades padrões podem-se determinar os valores manualmente ou que o próprio programa obtenha uma detecção automática.

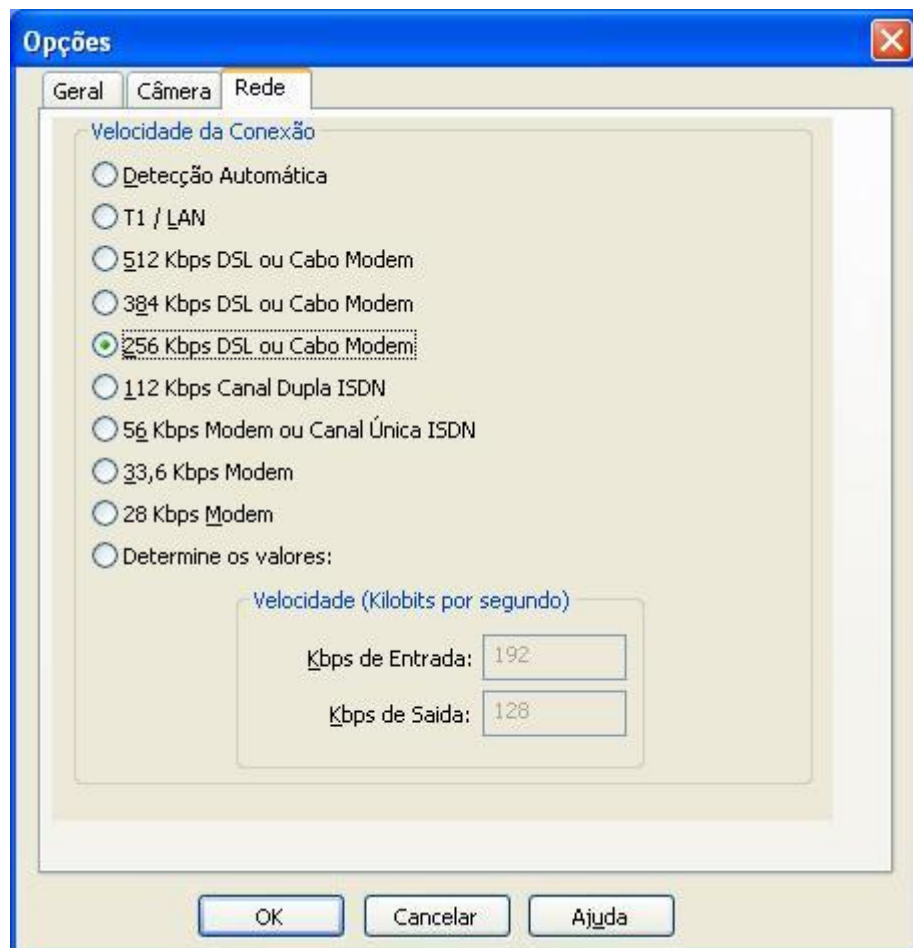


Figura 24. Velocidade da conexão  
Fonte: CLOUDMEETING (2008)

A interface do CloudMeeting é simples e bastante intuitiva (Figura 25). A esquerda mostra os participantes da videoconferência, abaixo a comunicação existente,

por áudio, vídeo ou ambas. A visualização da imagem que está sendo transmitida para todos os participantes, caso haja comunicação de vídeo. Logo abaixo as mensagens textuais, que podem ser enviadas para todos os participantes, ou privadas para um único participante. Tem-se a possibilidade de configuração da tela, sendo visualizada até seis participantes de uma única vez. Outras características importantes é o compartilhamento do *desktop* e o compartilhamento de arquivos do Microsoft Office, onde qualquer participante pode visualiza-los, essas ferramentas são muito úteis para apresentações.

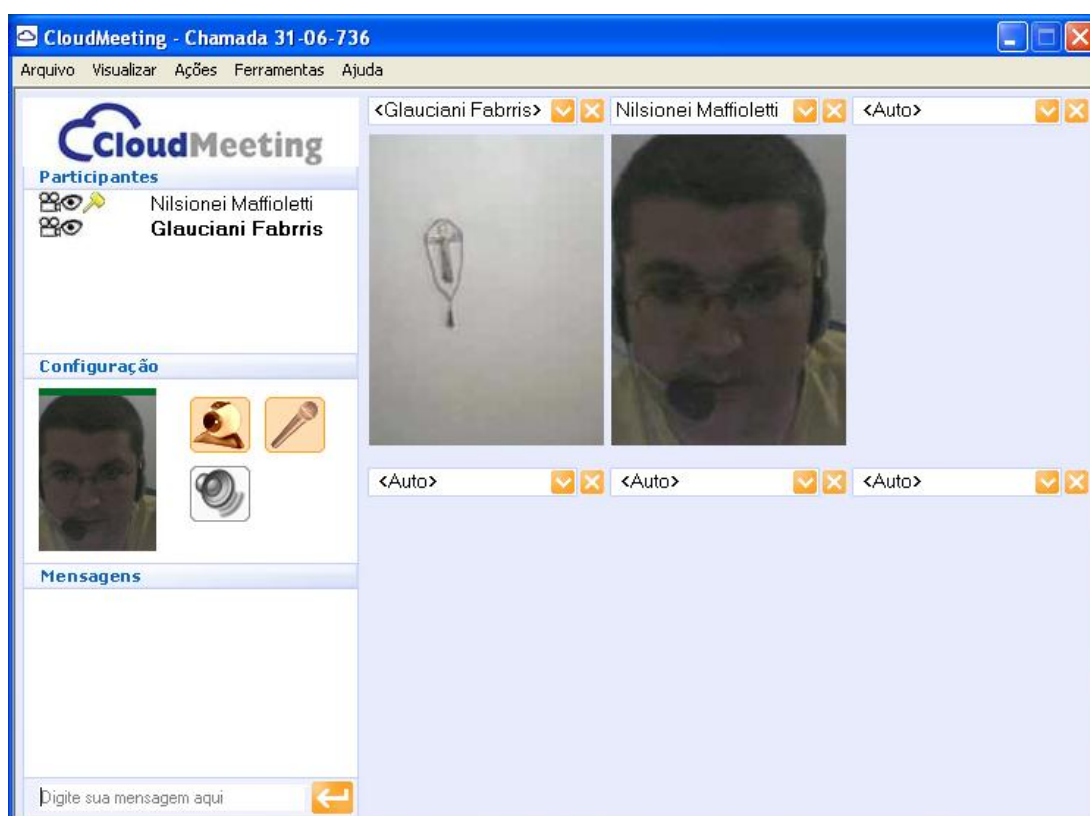


Figura 25. Interface do CloudMeeting  
Fonte: CLOUDMEETING (2008)

Este *software* tem um medidor para largura de banda, o medidor exibe a porcentagem do fluxo de dados real em comparação com o fluxo de dados desejado na entrada e saída dos dados e permite saber quanto da largura de banda disponível está sendo utilizado no momento (Figura 26).

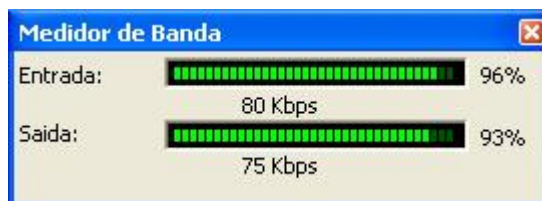


Figura 26. Medidor de banda  
Fonte: CLOUDMEETING (2008)

De acordo com os parâmetros definidos para a avaliação, a Tabela 9 apresenta as características do *software* CloudMeeting.

Tabela 9. Avaliação do CloudMeeting

Características disponíveis	Áudio, vídeo, <i>chat</i> , transferência de arquivos, compartilhamento do <i>desktop</i> e de arquivos do Microsoft Office, realização de reunião, visualização de seis vídeos simultaneamente e medidor de banda.
Qualidade de áudio e vídeo	Controle de vídeo entre mais rápido e melhor qualidade, configuração da velocidade da conexão, <i>stream</i> TCP e algoritmo RTXP para TCP/IP
Plataforma suportada	Windows 98/2000/ME/XP.
Licença	Proprietário, teste gratuito por 14 dias.
Criptografia	Áudio, vídeo e dados possuem segurança corporativa VPN com encriptação de 128 <i>bits</i> via SSL, além de autenticação.

#### 4.1.6 ooVoo

O *software* ooVoo realiza uma videoconferência com até 6 pessoas simultaneamente, por meio da Internet. É uma ferramenta gratuita, disponível na versão 1.5.1.97 para Windows 2000/XP/Vista, também possui a versão 1.2.0.88 para Macintosh (OOVOO, 2008).

Foi utilizada a versão Windows para a realização dos testes. Após a instalação do *software*, abre-se uma janela para a criação de uma conta necessária para a utilização do ooVoo, onde um e-mail válido, um usuário e uma senha precisam ser registrados.

Depois de cadastrado e os contatos adicionados, para começar a videoconferência deve-se dar um clique duplo em um contato *on-line* (Figura 27). Uma função existente no ooVoo é a possibilidade de adicionar contatos a partir de uma lista particular, é compatível com a lista de contatos do Gmail, Outlook Express, ICQ, entre outros.



Figura 27. Contatos do ooVoo  
Fonte: OOVVOO (2008)

O ooVoo é um programa com recursos bastante interessantes. Com uma interface simples e objetiva, com suporte de áudio e vídeo (Figura 28). Além dessas funções existe uma ferramenta para o compartilhamento e envio de arquivos, com tamanho máximo de 25 MB, para um único contato ou vários, Figura 29, *chat* para envio de mensagens de texto. Pode ser possível gravar um vídeo e enviá-lo por uma mensagem de texto ou um e-mail, todas essas funções funcionam mesmo quando os contatos estiverem *off-line*.



Figura 28. Videoconferência com *chat*  
Fonte: OOVOO (2008)



Figura 29. Videoconferência com transferência de arquivo  
Fonte: OOVOO (2008)

Na gravação de uma conversa de vídeo podem-se definir três qualidades, alta, média e baixa conforme Tabela 10.

Tabela 10. Qualidade de gravação do ooVoo

	ALTA	MÉDIA	BAIXA
<b>TAXA DE BITS</b>	1 Mbps	512 Kbps	256 Kbps
<b>QUADROS POR SEGUNDOS</b>	25	15	10
<b>RESOLUÇÃO</b>	550x325 pixels	550x325 pixels	550x325 pixels
<b>TAMANHO MÁXIMO 1 MINUTO GRAVADO</b>	7.5 MB	3.75 MB	1.88 MB

Fonte: OOVOO (2008)

O ooVoo utiliza a tecnologia de vídeo On2 TrueMotion e o *CODEC* de áudio Polycom Siren14. O TrueMotion é um *CODEC* de vídeo desenvolvido pela On2 Technologies, é uma solução de compressão de vídeo em implementações de *software* e *hardware* baseadas nas normas para *CODECS*, tais como o H.264, H.263, VC-1, MPEG-2 e MPEG-4. Adobe, AOL, Skype, Nokia, Sony, Yamaha são alguns dos clientes que utilizam o *CODEC* On2 TrueMotion (ON2, 2008).

Segundo Xie e Rodman (2008) o Siren14 é uma extensão da recomendação ITU-T G.722.1, a Polycom empresa que desenvolve o Siren14, patenteou o "Siren7 TM" algoritmo de codificação de áudio, que foi aprovado pela ITU-T como um padrão internacional em 1998. O anexo C extensão padronizada do Siren14 foi formalmente aprovada pelo ITU-T em maio 2005. O algoritmo do Siren14 é baseado na modificação do código utilizado em G.722.1, que faz uso de 28 sub-bandas, cada uma abrangendo 500 Hz.

Na tentativa de se ter um melhor aproveitamento de qualidade na realização da videoconferência, o programa possibilita a configuração da largura de banda

utilizada para o envio do vídeo e a qualidade do mesmo, definindo quantos quadros por segundo (fps) terá o vídeo (Figura 30).

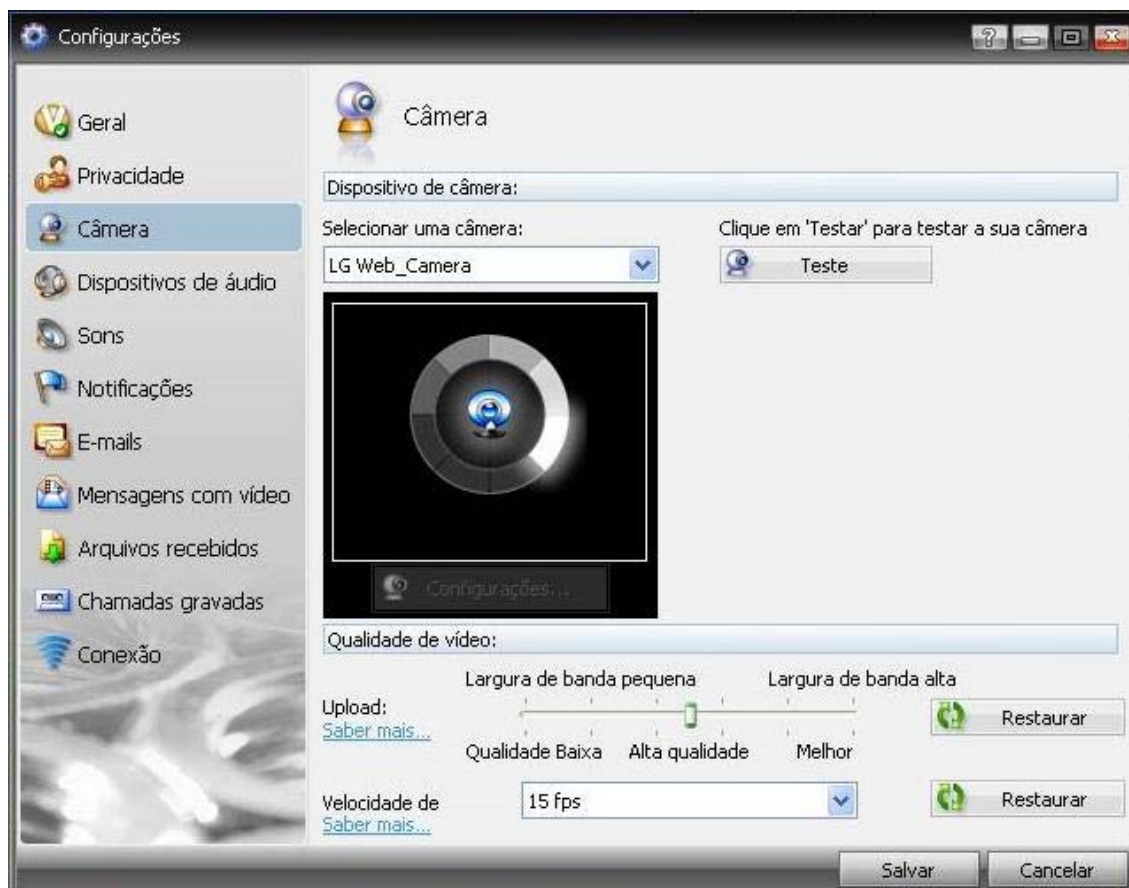


Figura 30. Configurações do vídeo  
Fonte: OOVOO (2008)

Na Tabela 11, é apresentada a avaliação do *software* ooVoo.

Tabela 11. Avaliação do ooVoo

Características disponíveis	Áudio, vídeo, <i>chat</i> , transferência de arquivos, envio de vídeos e arquivos para contatos <i>off-line</i> , adicionar contatos de uma lista particular, realização de reunião com visualização de seis vídeos simultaneamente.
Qualidade de áudio e vídeo	Controle de vídeo por fps, configuração da largura de banda entre pequena e alta, gravação de vídeo e controle de qualidade da gravação. A tecnologia de vídeo On2 TrueMotion e o CODEC de áudio Polycom Siren14.
Plataforma suportada	Windows 2000/XP/Vista e Macintosh.
Licença	Gratuito.
Criptografia	Autenticação.

#### 4.2 RESULTADOS OBTIDOS

Devido à existência de diversas soluções para videoconferência, uma grande quantidade e variedade de *softwares* com características diferentes, é de suma importância à definição de parâmetros que auxiliem na escolha de um *software* que melhor se adapte as necessidades do usuário.

No estudo de caso foram apresentados vários parâmetros para a avaliação dos sistemas de videoconferência, algumas aplicações foram utilizadas, a Tabela 12 apresenta o resultado das avaliações, comparando os parâmetros com a aplicação avaliada.

Tabela 12. Avaliação dos *Softwares*

Parâmetros <i>Softwares</i>	Características Disponíveis	Qualidade Áudio e Vídeo	Plataformas Suportadas	Licença	Criptografia	Observações
<b>Microsoft NetMeeting</b>	Áudio, vídeo, <i>chat</i> , transferência de arquivos, quadro de comunicações, compartilhamento de arquivos e programas, possibilidade da realização de reuniões.	Compactação de áudio entre ADPCM, CCITT A-Law, CCITT u-Law, G723.1 6.4 kbits e G723.1 5.3 kbits, controle de vídeo entre mais rápido e melhor qualidade, configuração da velocidade da conexão, padrão de conferência de áudio de vídeo H.323 e dados T.120.	Windows 95/98/ME/2000/XP.	Gratuita, incorporado ao Windows.	Certificados do Windows.	Realização de videoconferência com características diferentes, possibilidade de configuração de vários parâmetros de acordo com a necessidade do usuário. Principal limitação estar incorporada com o Windows.
<b>Speak Freely</b>	Áudio, <i>chat</i> , transferência de arquivos.	Compactação de áudio entre Simples, GSM, ADPCM, LPC e LPC-10, protocolos de transmissão RTP, VAT e próprio Speak Freely, controle de <i>jitter</i> .	Windows 95/98/ME/NT/XP/2000/2003 e Unix.	Gratuita e <i>open source</i> .	Criptografia DES, IDEA ou Blowfish.	Várias formas de criptografia.
<b>Microsoft Portrait</b>	Áudio, vídeo, <i>chat</i> , transferência de arquivos e interoperabilidade com o MSN.	Compactação de áudio Mobile Voice 2.4 Kpbs, GSM 6.1 e CELP 4.8 Kbps e para vídeo utiliza MPEG1, MPEG2, MPEG4 e H.261/H.263, suporte ao SIP.	Windows 98/NT/ME/2000/XP/2003 e computação móvel, <i>Pocket PCs</i> , <i>Handheld PCs</i> , <i>Smartphone</i> .	Gratuita.	Não possui.	Realização de videoconferência com baixas taxas de transmissão. O grande problema é a falta de segurança para os dados.
<b>CloudMeeting</b>	Áudio, vídeo, <i>chat</i> , transferência de arquivos, compartilhamento do <i>desktop</i> e de arquivos do Microsoft Office, realização de reunião, visualização de seis vídeos simultaneamente e medidor de banda.	Controle de vídeo entre mais rápido e melhor qualidade, configuração da velocidade da conexão, <i>stream</i> TCP e algoritmo RTXP para TCP/IP	Windows 98/2000/ME/XP .	Proprietário, teste gratuito por 14 dias.	Áudio, vídeo e dados possuem segurança corporativa VPN com encriptação de 128 <i>bits</i> via SSL, além de autenticação.	Pode ser realizada com até 200 pessoas simultaneamente. Possui um custo alto.
<b>ooVoo</b>	Áudio, vídeo, <i>chat</i> , transferência de arquivos, realização de reunião com visualização de seis vídeos simultaneamente.	Controle de vídeo por fps, configuração da largura de banda entre pequena e alta, gravação de vídeo e controle de qualidade da gravação, envio de vídeos e arquivos para contatos <i>off-line</i> , adicionar contatos de uma lista particular. A tecnologia de vídeo On2 TrueMotion e o CODEC de áudio Polycom Siren14.	Windows 2000/XP/Vista e Macintosh.	Gratuito.	Autenticação.	Possibilidade de gravação da videoconferência para posterior visualização.

Um parâmetro importante nos quais os *softwares* de videoconferência poderiam ser avaliados seria em relação aos cenários, pois baseando na descrição dos mesmos, que são mostrados no capítulo 2.6, o usuário conseguiria enquadrar a sua necessidade de comunicação em um dos cenários, facilitando assim a escolha dos recursos que serão necessários para a realização da videoconferência. Mas como dito anteriormente, a UNESCO não dispõe de salas preparadas e equipamentos para a realização de testes em todos os cenários, estes foram realizados somente em um ambiente ponto a ponto.

Os parâmetros características disponíveis, qualidade de áudio e vídeo e criptografia já seriam suficientes para a escolha de um *software* que atenda as necessidades do usuário. Mas como nem todos os usuários possuem condições financeiras para a aquisição de determinados sistemas, o fator econômico poderia influenciar na escolha das ferramentas, por isso foi-se necessário avaliar os *softwares* mediante aos parâmetros licença e plataformas suportadas, mesmos não estando inclusos nas recomendações ITU-T como características para um sistema de videoconferência.

De acordo com a Net Applications (2008) o Windows possui uma grande fatia do mercado de sistemas operacionais. Por isso todos os *softwares* avaliados podem ser utilizados na plataforma Windows.

Atualmente estes parâmetros estão sendo utilizados, mas nada impede que novas métricas de análise ou comparação possam surgir, pois novas tecnologias estão sendo sempre aperfeiçoadas.

## CONCLUSÃO

No desenvolvimento deste trabalho percebeu-se que muitos usuários desejam fazer uso da videoconferência, fazendo com que pessoas separadas geograficamente possam interagir e trabalhar juntas. Com os grandes avanços tecnológicos têm sido desenvolvidas diversas aplicações de videoconferência, mediante isso é de suma importância escolher a melhor aplicação para as suas necessidades. Esta escolha é, contudo, facilitada quando são levados em consideração alguns parâmetros para avaliação destas aplicações, este trabalho foi realizado para auxiliar na escolha desses parâmetros.

O trabalho baseia-se na recomendação F.730 da ITU-T além de outras características importantes. Teve como finalidade definir parâmetros, com o intuito de realizar uma avaliação em algumas aplicações de videoconferência, a partir da utilização destes parâmetros, o usuário pode determinar a aplicação que melhor se adapte às suas necessidades.

Para se analisar os sistemas de videoconferência, vários fatores também devem ser levados em consideração. Devido a este motivo, foram apresentadas características físicas desejáveis para a realização de uma videoconferência, como os protocolos de transmissão, os *CODECS*, os componentes multimídias, as características dos *softwares* atuais e também o contexto tecnológico em que estão inseridos. O que se observa, é a necessidade de constante aperfeiçoamento, pois uma ótima solução no presente momento pode não ser a solução ideal no futuro muito próximo. Parâmetros

O usuário que deseja um *software* com a possibilidade de realização de videoconferência com características distintas deve utilizar o NetMeeting, pois pode realizar uma videoconferência ponto a ponto ou uma reunião, utilização de um *gatekeeper* ou *gateway*, além de possuir várias formas de compactação de áudio, vídeo,

e manipulação de arquivos ajustáveis pelo usuário, tendo como principal limitação funcionar somente no sistema operacional Windows. O usuário que necessitar de segurança no envio e recebimento dos dados deve-se utilizar o Speak Freely, pois este possui várias formas de criptografia. O Microsoft Portrait é a melhor escolha para quem deseja um sistema de videoconferência para baixas taxas de transmissão. O ooVoo tem como diferencial a possibilidade de gravação da videoconferência, pois caso algum participante não estiver presente no momento da realização, poderá vê-la posteriormente. O ponto forte do CloudMeeting é a realização de videoconferência para uma grande quantidade de pessoas, podendo ser realizadas por até 200 pessoas simultaneamente.

Com relação à pesquisa desenvolvida, os resultados obtidos foram satisfatórios, atingindo a todos os objetivos específicos propostos que consistiam na aquisição dos conceitos e métricas de comparação para avaliação de *softwares* para videoconferência mediante um conjunto de parâmetros pré-estabelecidos.

Recomenda-se para trabalhos futuros, acrescentar mais *softwares* podendo assim enriquecer mais a avaliação dos sistemas de videoconferência. Além disso, pode-se avaliá-los mediante outras características da recomendação F.730. Outra possibilidade seria avaliar essas ferramentas em uma infra-estrutura com suporte a QoS, e também testá-los em outros cenários.

## REFERÊNCIAS

AOLEJ. **IPI Phone**. Simple Internet telephone. Disponível em: <<http://www.olej.com/ipiphone/>>. Acesso em: 17 maio 2008.

BORDIGNON, Márcio Rodrigo. **Vídeoconferência: Conceitos, Tecnologia e Uso**. Rio de Janeiro, Rj: Book Express, 2001. 143 p.

CLOUDMEETING. **CloudMeeting**. Disponível em: <<http://www.cloudmeeting.com/>>. Acesso em: 29 fev. 2008.

COMER, Douglas. **Redes de Computadores e Internet: Abrange Transmissão de Dados , Ligação Inter-Redes e Web**. 2. ed. Porto Alegre, Rs: Bookman, 2001. 522 p.

CRUZ, Dulce Márcia. **O Professor Midiático: A Formação Docente para a Educação a Distância no Ambiente Virtual da Videoconferência**. 2001. 223 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-graduação, Departamento de Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

GOMES, Fábio Lúcio Soares. **Videoconferência - Sistemas e Aplicações**. Florianópolis: Visual Books, 2003. 315 p.

HANNEL, Kelly. **Contribuições ao Processo de Comunicação na Internet Baseado em Videoconferência e Streaming de Áudio e Vídeo**. 2005. 95 f. Monografia (Bracharelado) - Curso de Ciência da Computação, Departamento de Instituto de Física e Matemática, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.

ITU. **H.323 : Packet-based multimedia communications systems**. Recommendation H.323. Disponível em: <<http://www.itu.int/rec/T-REC-H.323/en>>. Acesso em: 02 out. 2007.

LEOPOLDINO, Graciela Machado. **Avaliação de Sistemas de Videoconferência**. 2001. 101 f. Dissertação (Mestre) - Curso de Ciências da Computação e Matemática Computacional, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001.

LOPES, Celso Oviedo da Silva. **VideoChat: Uma Ferramenta de Videoconferência Pessoal**. 2004. 105 f. Dissertação (Mestre) - Curso de Engenharia de Computação, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, São Paulo, 2004.

MEDEIROS, Rosa Cristina Martins de; LEOPOLDINO, Graciela Machado. **H.323: Um padrão para sistemas de comunicação multimídia baseado em pacotes.** Disponível em: <<http://www.rnp.br/news/gen/0111/h323.html>>. Acesso em: 10 nov. 2007.

MICROSOFT. **Microsot Portrait.** Disponível em: <<http://research.microsoft.com/mcom/portrait/>>. Acesso em: 01 mar. 2008.

MICROSOFT NETMEETING. **Conteúdo do arquivo de texto leíame do Windows NetMeeting 3.** Disponível em: <<http://support.microsoft.com/kb/241159/pt-br>>. Acesso em: 19 abr. 2008.

NET APPLICATIONS. **Market Share: Global Market Share Statistics.** Disponível em: <<http://marketshare.hitslink.com/report.aspx?qprid=8>>. Acesso em: 16 jun. 2008.

ON2. **On2 Technologies.** Disponível em: <<http://www.on2.com/index.php?313/>>. Acesso em: 13 mai. 2008.

OOVOO. **OoVoo.** Disponível em: <<http://www.oovoo.com/pt/index.aspx?lang=pt>>. Acesso em: 05 maio 2008.

SERRA, Antonio de Barros. **Uma Solução de Distribuição para Aplicações em Tempo Real no Contexto do Ensino Tecnológico à Distância:** (Concepção, Projeto e Implementação). 2001. 156 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

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

SILVA, Verônica Burmann da. **Análise de Infra-estrutura de Rede para Suporte à Videoconferência:** Um Estudo de Caso. 2005. 128 f. Monografia (Bacharelado) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2005.

SOARES, Luiz Fernando Gomes; LEMOS, Guido; COLCHER, Sérgio. **Redes de Computadores das LANs, MANs e WANs às Redes ATM.** 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1995. 705 p.

SOUZA, João Paulo Pereira de. **SIPtel – Um sistema IPtel com suporte para vídeo utilizando o protocolo SIP.** 2003. 117 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de

Tecnologias das Engenharias, Universidade de Trás-os-montes e Aldo Douro, Utad, 2003.

TANENBAUM, Andrew S. **Redes de Computadores**. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997. 955 p.

TAROUCO, Liane Margarida Rockenbach et al. **Videoconferência**. Disponível em <[penta3.ufrgs.br/RNP/videoconferencia.pdf](http://penta3.ufrgs.br/RNP/videoconferencia.pdf)>. Acesso em: 10 set. 2007.

UGGIONI, Gilliard Ferreira. **Análise de Padrões e Ferramentas para Implementação de Serviço de Videoconferência em um Ambiente Empresarial**. 2007. 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Tecnologia em Telecomunicações, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2007.

VAZ, Igor; DINAU, Priscilla. **SIP (Session Initiation Protocol)**. Disponível em: <[http://www.gta.ufrj.br/grad/06\\_1/sip/index.html](http://www.gta.ufrj.br/grad/06_1/sip/index.html)>. Acesso em: 12 mai. 2008.

WALTER, John; WILES, Brian. **Speak Freely**. Disponível em: <<http://www.speakfreely.org/>>. Acesso em: 27 fev 2008.

XIE, Minjie; RODMAN, Jeff. **Polycom® Siren14™**. Disponível em: <[http://www.polycom.com/common/documents/company/about\\_us/technology/siren14\\_g7221c/info\\_for\\_prospective\\_licensees.pdf](http://www.polycom.com/common/documents/company/about_us/technology/siren14_g7221c/info_for_prospective_licensees.pdf)>. Acesso em: 13 mai. 2008.